

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO**



Aplicaciones Foliars de Líquido de Lombriz Enriquecido con Harina de Lombriz

(*Eisenia foetida* L.) en Plántulas de Maíz (*Zea mays*)

Por:

**ELIGIO PÉREZ HERNÁNDEZ**

Tesis

**Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRICOLA Y AMBIENTAL**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Mayo 2015

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO**

Aplicaciones Foliars de Líquido de Lombriz Enriquecido con Harina de Lombriz

(*Eisenia foetida* L.) en Plántulas de Maíz (*Zea mays*)

Por:

**ELIGIO PÉREZ HERNÁNDEZ**

Tesis

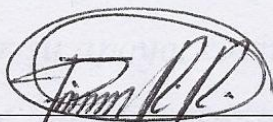
**INGENIERO AGRICOLA Y AMBIENTAL**

Aprobada



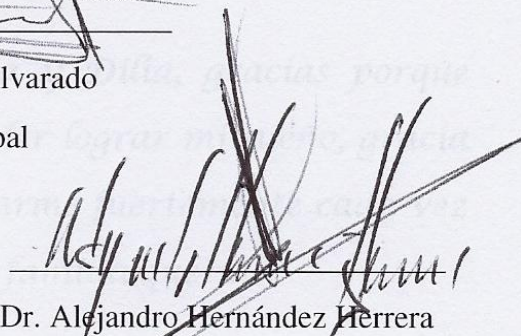
Dr. Emilio Raseón Alvarado

Asesor principal



M.C Fidel Maximiano Peña Ramos

Coasesor



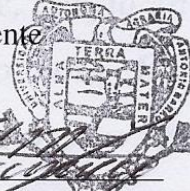
Dr. Alejandro Hernández Herrera

Coasesor



Dr. Armando Hernández Pérez

Coasesor Suplente



Dr. Luis Samaniego Moreno

Coordinación de la División de Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Mayo 2015

## AGRADECIMIENTOS

*Antes que nada le agradezco a Dios, por iluminarme el camino y llevarme hacia el bien, por tener una gran familia en la que me he respaldado en todos los momentos difíciles, pero sobre todo, por haberme permitido culminar una de mis metas más anheladas en mi vida, con una ilusión y un orgullo para mis padres.*

*A mi alma terra mater, que me dio el privilegio de ser parte de ella y sobre todo por darme la oportunidad de realizar una de mis metas, en dicha institución y lograr ser un profesionalista.*

*A MI Padre y Madre, Susana, Elena y Dilia, gracias porque fueron parte muy importante para poder lograr mi sueño, gracia por su apoyo, cariño y amor por alentarme fuertemente cada vez que hubo oportunidad. Muchas gracias familia querida.*

*A mi asesor de Tesis, el Prof. Dr. Emilio Rascón Alvarado, por ser el alma de esta investigación, una persona sencilla y fuente de motivación, que sin penas reconocerme, confió en mí y, durante el tiempo de trabajo me ha aportado una buena información científica, convirtiéndose un gran maestro para mí. Muchas gracias doctor.*

*Al Prof. M.C. Fidel Maximiliano, por su participación y apoyo en este trabajo. Porque siempre me dio ánimo en todo momento de mi trabajo, gracias porque siempre estuvo conmigo en las buenas y en las malas, porque nunca se negó cuando le solicite asesoría para mi investigación, gracias por su valiosa aportación en este trabajo, además le agradezco por su amistad incondicional, una valiosa herramienta que me ayudo para sacar adelante mi trabajo.*

*A mis maestros, A cada uno de mis maestros que me dieron lo mejor de ellos para mi formación académica que tuvieron suficiente para llenarme de conocimientos, gracias además por brindarme sus amistades incondicionales, los cuales contribuyeron en la realización de este trabajo.*

*A todo el personal que labora en el departamento de suelos, gracias por que fueron parte muy importante para mi formación académica.*

*A todos mis compañeros y amigos de la generación, gracias por su amistad y por compartir sus conocimientos pero sobre todo sus consejos, siempre estarán en mi corazón.*

## DEDICATORIA

*Por ser siempre la primera en levantarse y la última en acostarse. Por dar todo sin esperar nada a cambio. Por escucharme sin juzgarme. Por poner siempre una tira a mis heridas. Por ser la persona más importante en mi vida y haberme brindado todo su apoyo, además de impulsarme a seguir adelante para el bien propio. Por eso mucho más, mis triunfos se la dedico a mi mamá, **MARIA HERNANDEZ PEREZ**, por ser la mejor madre del mundo. Porque de ella aprendí que la vida no es más que luchar y luchar, y que salir adelante, que salir adelante sin importar la condición de la vida en que estemos, que siempre hay que tener la frente en alto en cada instante y segundo de vida que Dios nos regala, que la vida es un riesgo por lo tanto aquel que no se arriesga, simplemente no es nadie y no llegara a nada.*

*A mi papá: **LORENZO PEREZ GONZALEZ**, con todo cariño por tu comprensión y tus consejos, gracias por hacerme un hombre de valor, sin esperar nada a cambio, ya que para mí representa la mayor herencia de mi vida. A ti papá con mucho amor, te quiero. Gracias.*

*A mis tres **hermanos**, mi triunfo también se la dedico a ellos, porque reconozco que sin el apoyo económico y moral de todo ellos no hubiera llegado a ser lo que soy ahora. Porque de una u otra forma ellos intervinieron directa o indirectamente para poder lograr terminar mi carrera.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>i</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>vii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>ix</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Objetivo general .....	2
1.2 Hipótesis.....	2
<b>2. REVISION DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
Origen.....	3
2.2 Descripción botánica.....	3
2.3 Taxonomía del maíz ( <i>Zea mays</i> ) .....	5
2.4 Importancia del cultivo de maíz .....	5
2.5. Lombricultura.....	7
2.5.1 Historia de la lombricomposta .....	7
2.5.2 Lombricomposta.....	8
2.5.3 Humus de lombriz .....	9
2.5.4 Líquido de lombriz .....	10
2.5.5 Características y composición de la lombricomposta .....	12
2.6 Comparación entre lombricomposta y productos químicos .....	12
2.7 Lombriz roja californiana.....	13
2.7.1 Estructura externa de la lombriz.....	14
2.7.2 Características comunes de la lombriz .....	15
2.7.3 Tipos de explotación de la lombriz roja californiana .....	18
2.7.4 Propiedades nutrimentales.....	20
2.7.5 Harina de lombriz como ingrediente del alimento balanceado para animales .....	21
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>23</b>
3.1 Localización geográfica del sitio experimental.....	23
3.2 Incremento de población de lombrices.....	24
3.3 Acondicionamiento del área experimental .....	26
3.4 Material vegetal.....	26

3.5 Tratamientos.....	26
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>34</b>
4.1 Análisis de Varianza para variables de crecimiento.....	34
4.2 Peso fresco parte aérea.....	36
4.3 Peso seco parte aérea.....	37
4.4 Número de raíces.....	38
4.5 Peso fresco de la raíz.....	39
4.6 Peso seco de la raíz.....	40
4.7 Longitud de raíz.....	41
4.8 Altura de planta.....	42
4.9 Grosor de tallo.....	43
<b>5. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>44</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>45</b>
6.1 Fuentes de Internet.....	47

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1 Taxonomía de maíz.....	5
Cuadro 2.2 Estados principales productores de Mexico.....	7
Cuadro 2.3 Composición mineral de humus de lombriz.....	11
Cuadro 2.4 Aminoácidos y vitaminas y minerales de la carne de lombriz y harina de lombriz.....	21
Cuadro 3.1 Tratamientos evaluados en la plántula de maíz.....	27
Cuadro 4.1 Análisis de varianza en las variables de peso fresco parte aérea (PFA), peso seco parte aérea (PSPA), numero de raíces (NR) y peso fresco de raíz (PFR) en plántulas de maíz ( <i>Zea mays</i> ) tratadas con líquido y harina de lombriz.....	34
Cuadro 4.2. Análisis de varianza en las variables de peso seco de raíz (PSR), longitud de raíz (LR), Altura de planta (AP) y grosor de tallo (GT) en plántulas de maíz ( <i>Zea mays</i> ) tratadas con líquido y harina de lombriz.....	34



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Producción de maíz a nivel mundial FAO.....	6
Figura 2.2 Anatomía interna de la lombriz.....	14
Figura 2.3 Esquema interior de la lombriz roja californiana ( <i>Eisenia foetida L.</i> ).....	15
Figura 3.1 Localización geográfica de sitio experimental.....	23
Figura 3.2 Preparación de cajas para crianza de lombrices.....	25
Figura 3.3 Preparación de los tratamientos que se aplicaron en el experimento.....	27
Figura 3.4 Peso fresco parte aérea, en plántula de maíz ( <i>Zea mays</i> ).....	28
Figura 3.5 Peso seco parte aérea en plántulas de maíz ( <i>Zea mays</i> ).....	29
Figura 3.6 Número de raíces en plántula de maíz ( <i>Zea mays</i> ).....	30
Figura 3.7 Peso fresco de la raíz en plántula de maíz ( <i>Zea mays</i> ).....	30
Figura 3.8 Longitud de raíz en plántula de maíz ( <i>Zea mays</i> ).....	31
Figura 4.1. Efecto de la aspersión foliar de líquido y harina de lombriz en el peso fresco aéreo de las plántulas de maíz ( <i>Zea maíz</i> ). Las letras A, B y C son las categorías obtenidas en la comparación de medias con Tukey al 0.05.....	32
Figura 4.2. Efecto de la aspersión foliar de líquido y harina de lombriz en el peso seco aéreo de las plántulas de maíz ( <i>Zea maíz</i> ). La letra A es la categoría obtenida en la comparación de medias con Tukey al 0.05.....	37
Figura 4.3. Efecto de la aspersión foliar de líquido y harina de lombriz en el número de raíces de las plántulas de maíz ( <i>Zea maíz</i> ). La letra A es la categoría obtenida en la comparación de medias con Tukey al 0.05.....	38
Figura 4.4. Efecto de la aspersión foliar de líquido y harina de lombriz en el peso fresco de raíz de las plántulas de maíz ( <i>Zea maíz</i> ). La letra A es la categoría obtenida en la comparación de medias con Tukey al 0.05.....	39
Figura 4.5. Efecto de la aspersión foliar de líquido y harina de lombriz en el peso seco de raíz de las plántulas de maíz ( <i>Zea maíz</i> ). La letra A es la categoría obtenida en la comparación de medias con Tukey al 0.05.....	40

Figura 4.6. Efecto de la aspersión foliar de líquido y harina de lombriz en la longitud de raíz de las plántulas de maíz ( <i>Zea maíz</i> ). La letra A es la categoría obtenida en la comparación de medias con Tukey al 0.05.....	<b>41</b>
Figura 4.7. Efecto de la aspersión foliar de líquido y harina de lombriz en la altura de las plántulas de maíz ( <i>Zea maíz</i> ). La letra A es la categoría obtenida en la comparación de medias con Tukey al 0.05.....	<b>42</b>
Figura 4.8. Efecto de la aspersión foliar de líquido y harina de lombriz en el grosor de tallo de las plántulas de maíz ( <i>Zea maíz</i> ). Las letras A, B, C y D son las categorías obtenidas en la comparación de medias con Tukey al 0.05.....	<b>43</b>

## RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo con el objetivo de evaluar el comportamiento de plántula de maíz (*Zea mays*) a las aspersiones foliares de líquido de lombriz enriquecido con harina de lombriz de tierra roja californiana (*Eisenia foetida*). Los tratamientos evaluados fueron 8 con cinco repeticiones: (T1) 100 % agua, (T2) 100% líquido de lombriz, (T3) 1 gramos de harina de lombriz más 1 litro de líquido de lombriz, (T4) 2 gramos de harina de lombriz más 1 litro de líquido de lombriz, (T5) 3 gramo de harina de lombriz más 1 litro de líquido de lombriz, (T6) 1 gramo de harina de lombriz más 1 litro de agua, (T7) 2 gramos de harina de lombriz más 1 litro de agua, (T8) 3 gramos de harina de lombriz más 1 litro de agua. Los resultados mostraron que al aplicar (100% LL = T2) incrementó notablemente el peso seco de la parte aérea y la longitud de raíces. Además el líquido de lombriz más un gramo de harina (T3) afectó de manera positiva en el peso fresco de la parte aérea, peso fresco de raíz, peso seco de raíz, altura de planta y grosor de tallo. Se concluye que la aplicación foliar de la combinación líquido de lombriz con harina de lombriz potencia el desarrollo de algunas características de las plántulas de maíz.

**Palabras clave:** *Zea mays*, líquido de lombriz, harina de lombriz, agua, aspersión foliar.

Correo electrónico: Eligio Pérez Hernández, [sagitario2990@hotmail.com](mailto:sagitario2990@hotmail.com)

## 1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el maíz se ubica como el principal grano que se produce en el mundo; en 2003 la producción mundial de maíz, cebada, sorgo, y avena obtuvo un volumen de 824 millones de toneladas; de lo cual el maíz aportó el 73.8 por ciento, de acuerdo al Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, 2001).

En particular el caso de maíz, los diferentes organismos conocedores del tema previeron que en el lapso de 2003 a 2004 aumentara la producción a 621.2 millones de toneladas, superior en 3.8 por ciento al año anterior. Además, países como China, Brasil y México, aportarían en conjunto el 70 por ciento en la producción mundial. Mientras, que en Europa, Francia es el principal productor de maíz con una producción promedio de 14.5 millones de toneladas en el periodo 1995-2001 y 2002, que representa el 2.5 por ciento de la producción mundial y luego le sigue Rumania 8.9 millones de toneladas, Italia 8.8 millones y Hungría 5.8 millones de toneladas.

El maíz es uno de los principales alimentos de la población humana, pero, también es utilizado como forraje, en las empresas avícolas y materia prima para muchos productos industriales. Sin embargo, es uno de los principales alimentos de las poblaciones indígenas de bajos recursos.

En la actualidad muchos de las contaminaciones provienen una parte de la agricultura, que ha causado el deterioro de suelo por el uso de los agroquímicos. Es

necesario visualizar que en un futuro la humanidad se verá en la necesidad de optar por una producción orgánica, ya que son muchas de las repercusiones en la salud a causa del uso de sustancias de síntesis química, por lo cual es de suma importancia crear un sistema de producción orgánica para minimizar o eliminar el uso de los fertilizantes y plaguicidas sintéticos para proteger el medio ambiente y la salud humana.

En esta investigación se considera como una opción importante el utilizar el humus líquido de lombriz foliarmente como estimulador del crecimiento en vista de su contenido de algunos de los principales nutrientes. En muchos trabajos de investigación se ha comprobado su importancia como sustituto de fertilizantes sintéticos y mejorador de las características físicas y químicas del suelo; por lo cual se plantea este trabajo, con los siguientes objetivos e hipótesis:

### **1.1 Objetivo general**

Evaluar el efecto las aplicaciones foliares de líquido de lombriz enriquecido con harina de lombriz en las variables de crecimiento de las plántulas de maíz.

### **1.2 Hipótesis**

**H<sub>0</sub>:** Las aspersiones foliares de líquido de lombriz enriquecido con harina de lombriz no tendrá ningún efecto en las variables de crecimiento bajo evaluación.

**H<sub>a</sub>:** Las aspersiones foliares de líquido de lombriz enriquecido con harina de lombriz tendrán efecto en al menos una de las variables de crecimiento bajo evaluación.

## **2. REVISION DE LITERATURA**

### **Origen**

El cultivo de maíz es originario en América central, especialmente en México, donde se difundió hacia el norte hasta Canadá y hacia el sur hasta Argentina (Roblero, 2011). La evidencia más antigua de la existencia del maíz es de unos 7,000 años de antigüedad, ha sido encontrada por arqueólogos en el valle de Tehuacán (México) pero es posible hubiese otros centros secundarios de origen en América. El maíz es una planta que tiene una amplia capacidad de adaptarse en diversas condiciones ecológicas y en los distintos tipos de suelo. En México se cultiva en la mayor parte del territorio pues es la base de la alimentación en la mayor parte de Latinoamérica. Además el maíz no tiene zonas que delimita su producción así como sucede con el trigo y otras gramíneas pues no hay planta que lo aventaje.

### **2.2 Descripción botánica**

La planta de maíz es de porte robusto de fácil desarrollo y de producción anual.

#### **Tallo**

El tallo es simple erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, es robusto y sin ramificación.

## **Inflorescencia**

María (2011) menciona que tiene una inflorescencia monoica con flores masculinas y femeninas que se encuentran separados, dentro de la misma planta, la masculina se encuentra en la parte terminal o también llamado ápice de coloración amarilla que posee una alta cantidad de granos polen del orden de 20 a 25 millones. En cada flor que compone la panícula se presentan tres estambres donde se desarrolla el polen. En cambio, la flor femenina contiene menor cantidad de granos de polen, alrededor de entre 80 o 1000 que se forman en unas estructuras vegetativas denominadas espádices que se disponen de forma lateral

## **Hojas**

Las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Se encuentra abrazada al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes.

## **Raíces**

Las raíces son fasciculadas y su misión es de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias.

### 2.3 Taxonomía del maíz (*Zea mays*)

Existen diferentes formas de representar la clasificación del maíz, por lo general casi muchos de los autores nada más expresan la especie (mays) y el género (Zea) (Cuadro 2.1).

---

Cuadro 2.1 Taxonomía del maíz

---

REINO	Plantae
DIVISION	Magnoliophyta
FAMILIA	Gramíneas
SUBFAMILIA	Andropogonea
TRIBU	Maidea
GENERO	<i>Zea</i>
ESPECIE	<i>Zea mays</i>

---

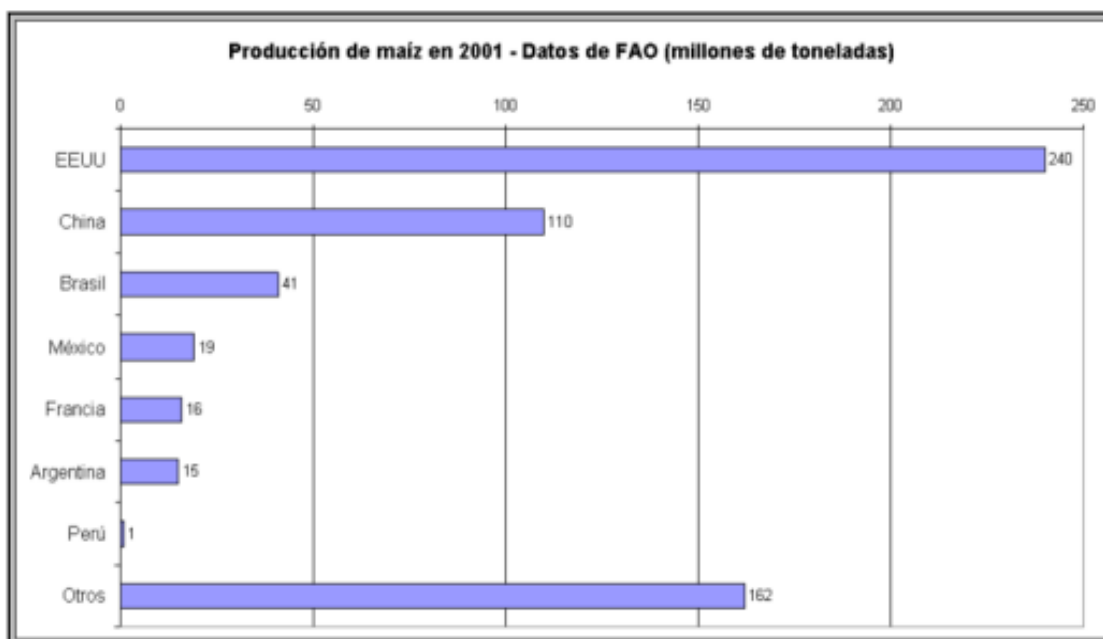
Aquiles (1980)

### 2.4 Importancia del cultivo de maíz

La exportación mundial de maíz se aumentó un 26% entre 2004 y 2008. En la actualidad se comercializan internacionalmente 96 millones de toneladas. Estados Unidos es el principal exportador de maíz con 65.5% del comercio mundial, le sigue Argentina con 15%, Brasil con 11% y el resto se lo dividen entre Paraguay, Sudáfrica y Ucrania.



Según FAO (2001), como ya se había mencionado anteriormente Estados Unidos es el país con más producción de este cultivo y México se encuentra en el cuarto lugar de la producción mundial (Figura 2.1).



**Figura 2.1.** Producción de maíz a nivel mundial FAO

En México se producen alrededor de 18.2 millones de toneladas en una superficie de 8.5 millones de hectáreas y es país en el que presenta un mayor número de productores. Alrededor del 90 por ciento de la producción es de maíz blanco y se destina al consumo humano. En 2006 se distinguieron cinco estados principales productores de maíz debido con el mayor porcentaje de maíz cultivado (Cuadro 2.2).

**Cuadro 2.2** Estados principales productores de México (www.sagarpa.gob.mx)

Estados	Toneladas
<b>Sinaloa</b>	4,398,420.47
<b>Jalisco</b>	3,030,253.97
<b>Estado de México</b>	1,801,330.91
<b>Chiapas</b>	1,592,173.64
<b>Michoacán</b>	1,405,551.12

## **2.5. Lombricultura**

Roblero (2011) considera que se entiende por lombricultura las diversas operaciones relacionadas con la cría y producción de lombrices y en tratamiento, por medio de estas, de residuos orgánicos para su reciclaje en forma de abonos y proteínas. Es una tecnología basada en la cría intensiva de lombrices para la producción de humus a partir de un sustrato orgánico. El proceso de descomposición natural similar la compostaje en el que el material orgánico, además de ser atacado por los microorganismos (hongos, bacterias, actinomicetos, levaduras, etc.) existente en el medio natural, también lo es por el complejo sistema digestivo de la lombriz

### **2.5.1 Historia de la lombricomposta**

Martínez (1999) sostiene que la sociedad antigua utilizaba la lombriz como criterio de clasificación de suelo. Los Egipcios guardaban respeto a la lombriz, rindiéndole honores como agradecimiento por el incremento en la fertilidad de la tierra.

Aristóteles, 500 A.C. se refería a la lombriz como el intestino de la tierra y realizó una descripción morfológica de ella. Posteriormente en 1758 Linneo hizo la clasificación de la lombriz. Pues la lombriz es el animal que juega un papel muy importante dentro de las criaturas, porque cierra el circuito de la vida y de la muerte. Debido al trabajo relevante que realiza sobre la lombriz de tierra, a Darwin se considera el padre de la lombricomposta (Martínez, 1999).

La palabra lombricultura nace como razón de un grupo de investigadores en Sudamérica en la década de los 70, cuando aparecen nuevas técnicas de crianza y se comienza a extender su uso. A mediados de la década de los 80, se marca la mayor época expansiva de la lombricultura en Latinoamérica, quizá más acertadamente en Sudamérica: Chile, Perú, Ecuador, Colombia, Argentina, Brasil, son países que ven crecer criaderos de lombrices. España, Italia, Australia, India, Estados Unidos de Norteamérica y Canadá son unos de los países donde la lombricultura se mantenía y extendía con mayor interés (Carrera, 2003).

Martínez (2003) en México el desarrollo de la lombricultura como una actividad productiva se inicia a partir de 1996, sin olvidar que se realizaban investigaciones desde 1980.

### **2.5.2 Lombricomposta**

De acuerdo con Martínez (1996) señala que la lombricomposta es la excreta de la lombriz, la cual se alimenta de desechos en disposición, asimila una parte para cubrir

sus necesidades fisiológicas y otras partes las excretas. El constante movimiento de la lombriz en una cama le permite ir poco a poco transformando todo el desecho en pequeñas bolitas ovaladas que es la lombricomposta.

### **2.5.3 Humus de lombriz**

El humus se obtiene luego de un proceso en que la lombriz recicla a través de su tracto intestinal la materia orgánica, comida y defecada, por otras lombrices. Hay que resaltar que un alto porcentaje de los componentes químicos del humus son proporcionados, no por el proceso digestivo de las lombrices, sino por la actividad microbiana que se lleva a cabo durante el periodo de reposo que este tiene dentro del lecho; por ejemplo, el 50% del total de los ácidos húmicos que contiene el humus, son proporcionados durante el proceso digestivo y el 50% restante durante el periodo de reposo o maduración.

Friedrich (2001) menciona que el humus de lombriz tiene un color café oscuro, granulado e inodoro con un alto porcentaje de ácido húmicos y fulvicos. Su acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y un efecto regulador de la nutrición, cuya actividad residual en el suelo llega hasta cinco años. Alta carga microbiana (40 millones por gr seco), que resulta la actividad biológica del suelo.

## *Usos y beneficios de la lombricomposta*

Dentro de los principales beneficios de lombricomposta se tiene los siguientes:

- Aporta cantidades equilibradas de nutrientes.
- Beneficia al suelo con millones de microorganismos.
- Aumenta la aireación al modificar la estructura del suelo.
- Mejora la salud de la planta haciéndola más resistente a plagas.
- Estimula un mayor desarrollo radicular.
- Mejora el pH en suelos ácidos.
- Equilibra el desarrollo de hongos presentes en el suelo.
- Actúa como potenciador de la actividad de muchos pesticidas y fertilizantes (Argueta, 2011).

### **2.5.4 Líquido de lombriz**

De acuerdo con Pimentel (2004) menciona que el líquido de lombriz es captado de los escurrimiento que se genera al regar las camas de siembra de lombrices, dado que su hábitat debe tener una humedad alrededor del 85% y cuando se aplican los riegos, parte del agua se escurre arrastrando consigo humus y minerales además de otros compuestos, cuando se recogen en una pileta o tambo a la orilla de la cama.

De la Cruz (2005) señala lo importante que es el humus como fuente mineral, y también agrega que la calidad de la lombricomposta es muy variable de una cosecha a otra, ya que las condiciones bajo las que se producen influye en el producto final, uno de los cuales es la cantidad de agua que se aplica, ya que si se aplica cantidades fuerte el material queda de baja calidad. También, la calidad de la lombricomposta está en

función del valor nutritivo de los desechos que se utiliza para alimentar las lombrices, entre mejor sea la calidad mayor será la calidad del humus (Cuadro 2.3).

**Cuadro 2.3** Composición mineral de humus de lombriz (Fuente: Planta de lombricultura Sección Agrotecnia, 2008.)

<b>Parámetros</b>	<b>Unidades</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Contenido</b>
Nitrógeno	%	N	0.65
Fosforo	%	P	0.01
Potasio	%	K	1.21
Calcio	%	Ca	1.87
Magnesio	%	Mg	1.06
Sodio	%	Na	1.51
Acidos húmicos	%	AH	5.01
Ácidos fúlvicos	%	AF	1.48
Hierro	Mg Kg <sup>-1</sup>	Fe	14
Zinc	Mg Kg-1	Zn	2.3
Manganeso	Mg Kg-1	Mn	3.1
Cobre	Mg Kg-1	Cu	3.1
Boro	Mg Kg-1	Bo	27
Flora microbiana benéficas	Ufc/ml	Fmb	1.1x10 <sup>6</sup>

El humus de lombriz lo define como un bioestimulante para la germinación de la semilla, se puede utilizar en todo tipos de cultivos y plantas ornamentales, es muy eficaz para el anclaje y crecimiento de las plántulas de maíz, tomate, chile, caña de azúcar, frutales, papaya y leguminosas (frijol y garbanzo entre otras) (Viva, 2001). Además estimula el desarrollo radicular lo que permite eficiente la toma de agua y nutrientes, contiene alto contenido de ácido húmicos y fulvicos que propicia la formación de

quelatos con sus propios nutrientes, aumenta la resistencia de la planta a plagas y enfermedades y favorece la absorción radicular.

### **2.5.5 Características y composición de la lombricomposta**

El abono producido por las lombrices no tiene restricciones para su uso y contribuye a lograr resultados positivos en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Es un material natural que no es tóxico para los humanos, animales y plantas, a diferencia de los fertilizantes químicos. La lombricomposta puede ser utilizada puro sin el riesgo de afectar a las plantas y mejorar la producción de ellas. La composición y calidad de la lombricomposta esta función del valor nutritivo de los desechos que consume la lombriz, un manejo adecuado de los desechos, una mezcla bien balanceada, permite obtener un material de excreta de buena calidad (Martínez, 1996)

### **2.6 Comparación entre lombricomposta y productos químicos**

#### *Ventajas de la fertilización orgánica*

- A mayor cantidad, mayor beneficio.
- Cuando más viejo, más nutritivo.
- Lleva el pH del suelo hacia lo neutro.
- Hace el suelo más suelto y mejora aireación.
- Equilibra los nutrientes.
- Es absorbido rápido por las plantas.
- Mayor costo al iniciar el abonado, pero disminuye con el tiempo.

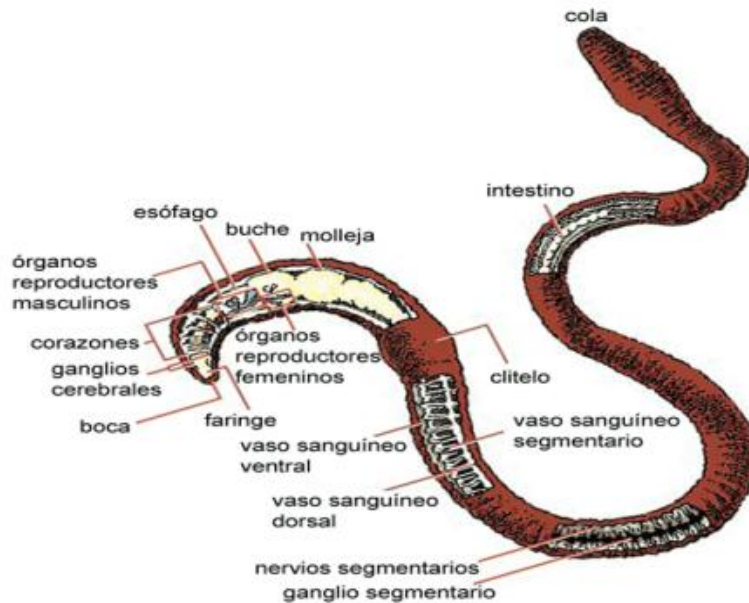
### *Desventajas de los fertilizantes químicos*

- Dosis excesiva, hay graves perjuicios.
- Tiene corta vida útil.
- Acidifica o alcaliniza el suelo según la sal usada.
- Genera apelmazamiento del suelo.
- Hay poco aporte de micronutrientes.
- No aporta y por cambios de pH se desarrolla los perjudiciales.
- Produce desertificación del suelo y contaminación del agua.
- Es barato, pero se hace dependiente de continuas aplicaciones (De la Cruz, 2005).

### **2.7 Lombriz roja californiana**

La lombriz de tierra, es un anélido invertebrado, que tiene el cuerpo formado por numerosos anillos (Figura 2.2), es un animal con unos organismos adecuados para biodegradar desechos orgánicos. Es muy voraz, prolífico y dócil, que es capaz de vivir en grandes cantidad y adaptables a distintos climas. Además existe una amplia gama de especies de lombrices de tierra, aproximadamente 8000 especies, de las cuales se emplean con fines industriales y comerciales, las lombrices mejoradas por selección genética es la variedad (*Eisenia foetida Andrei*) o la lombriz roja californiana, y la *lumbricus rubellus*. Debido a ello que se pueden criar en cautiverio.



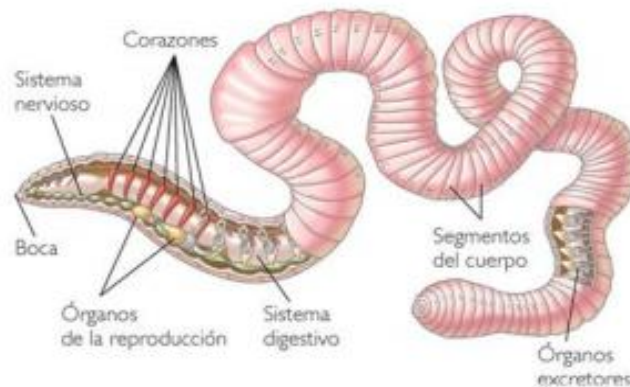


**Figura 2.2.** Anatomía interna de la lombriz (Barbado, 2004)

### 2.7.1 Estructura externa de la lombriz

Según Cruz (2001), está constituido de afuera hacia adentro por (Figura 2.3):

- Cutícula, lamina muy delgada, generalmente de color marrón brillante
- Epidermis, epitelio simple con células glandulares que producen una secreción mucosa, también hay células glandulares que producen una secreción serosa.
- Capa musculares, son dos, una circular externa y una longitudinal interna.
- Peritoneo, es una capa más interna y limita exteriormente con el celoma de la lombriz.
- Celoma, es una cavidad que contiene liquido celomico, se extiende a lo largo del animal y envuelve el canal alimenticio (Figura 2.3).



**Figura 2.3.** Esquema interior de la lombriz roja californiana (*Eisenia Foetida* L.)

### 2.7.2 Características comunes de la lombriz

- Es un anélido hermafrodita.
- Mide de 6 a 8 cm. de longitud.
- Cada segmento contiene 5 pares de corazones y un par de riñones.
- Clitellium situado en la pared anterior del cuerpo.
- Tiene un sistema circulatorio.
- Tiene un sistema nervioso.
- Tiene un sistema muscular (longitudinal y circular).
- Cuenta con un aparato genital femenino y uno masculino.
- Es extraordinariamente prolifera: Madura sexualmente entre el segundo y el tercer mes de vida.

- Deposita de cada 7 a 10 días una capsula con un contenido entre 2 y 21 organismos por capsula.
- Vive en zona templadas.
- Su temperatura corporal es entre 19 y 20 grados centígrados.
- Es de color rojo oscuro.
- Su peso aproximado es de un gramo.
- Respira a través de la piel.
- No tiene dientes.
- Glándulas segregadoras de líquido que protegen a los huevos.
- Succiona la comida a través de su boca

La importancia de la crianza de la lombriz de tierra, radica particularmente en el sector agroindustrial y en el de la alimentación. Para el sector agroindustrial es la acción mecánica de excavación de galerías que realiza la lombriz bajo superficie del terreno, acelera el proceso de oxidación y la nitrificación del suelo, todo esto acelera la penetración y retención de agua necesaria para dar humedad del suelo. Las galerías pueden ser muy profundas (Barbado, 2004). Para el sector alimenticio, la lombriz es empleada básicamente como alimento directo para animales de crianza, como aves, peces y otros o como componente de la dieta alimentaria de estos animales. Sin embargo, debido al alto contenido proteico y de aminoácidos es esencial para la nutrición humana.

La carne de la lombriz roja californiana se trata de una carne roja, siendo una fuente de proteína de bajo costo, de la que se obtiene harina con un 73% de proteína y

una gran cantidad de aminoácidos esenciales. La carne de la lombriz se emplea tanto en la alimentación humana como en la animal. Aunque su riqueza mineral es inferior a las harinas de pescado y su contenido en fibra es muy reducido.

El consumo de la carne de lombriz es un recurso económico importante al tratarse de un alimento rico en proteínas y fácil de producirlo a muy bajo costo, este alimento podría ser considerado como un alimento para los países en vías de desarrollo, ya que una parte puede ser destinada a la continuidad del criadero y la otra a la elaboración de harina. Las ventajas que las lombrices que nos brindan son muchas ya que no solo es alto en proteína sino que también en otros minerales como el fosforo y potasio entre otros minerales, además de que no se enferman ni transmiten enfermedades.

De acuerdo con Almonte (2010) menciona que “hoy vivimos en un mundo en crisis, desde el punto de vista alimenticio para atacar la pobreza, por lo que el uso de la carne de la lombriz puede ser una alternativa. Uno de los problemas a los que nos enfrentamos en la actualidad como resultado del crecimiento de la población, es la producción de alimentos, ya que las cantidades cada vez son mayores, pues difíciles de obtener en plazo cada vez más cortos.

Muchos de los investigadores de todo el mundo han hecho trabajos de diferentes opciones alimenticias para la población. Dentro de ellas destaca la producción de diversos materiales alimentarios utilizando a la lombriz *Eisenia foetida*. Además la carne de la lombriz en la actualidad se utiliza para la preparación de los alimentos para

el consumo humano utilizados en forma comercial, específicamente hamburguesas y desayunos escolares (Agromeat, 2009).

### **2.7.3 Tipos de explotación de la lombriz roja californiana**

#### **2.7.3.1 Para carne**

A través del tiempo la carne de lombriz se ha considerado en muchos países como China y África un alimento de bajo costo y rico en proteínas que ayudó considerablemente a la salvación de su población, pues de la carne se puede llegar a obtener harina con un 73 % de proteína, a su vez es empleada para la alimentación de animales como porcinos y peces.

#### **2.7.3.2 Farmacéutico**

Se ha utilizado el colágeno presentado en las lombrices y en base líquido celomático se han podido fabricar diferentes tipos de antibióticos, la medicina ha realizado diferentes investigaciones en cuanto a las capacidades que tiene esta especie para la regeneración de tejidos, aun no se ha encontrado una respuesta certera sobre esto, sin embargo sigue en investigación, en caso de que las investigaciones resultaran positivas para la medicina se estaría frente a un avance enorme para la cura de múltiples enfermedades.

### **2.7.3.3 Harina de lombriz**

La harina de lombriz se caracteriza por un elevado contenido de proteínas (> 60% p/p, en base seca) de interés nutricional; ya que proporciona aminoácidos esenciales para la dieta humana. La obtención a un bajo costo de la harina de lombriz es rica en proteínas se debe a que las lombrices se alimentan de desechos orgánicos, crecen a una alta velocidad y se multiplican rápidamente. Sin embargo a lo largo de la historia contemporánea, es importante resaltar que el prejuicio cultural y la falta de información de los beneficios que presenta, son los que no han permitido su utilización oficial en el campo alimenticio humano. Para producir un kilogramo de harina es necesario utilizar entre ocho y diez kilogramos de lombrices vivas.

La harina de lombriz se puede comparar con otras fuentes proteicas con la harina de carne y pescado, estas últimas son usadas como materia prima para la elaboración de alimentos balanceados para los animales (UANL, 2011). La composición de harina de lombriz y su alto valor biológico, la calidad de sus ácidos grasos insaturados y ácido linoleico la convierte en una alternativa como remplazo de otras fuentes proteicas tradicionales.

De acuerdo a la investigación la harina de lombriz que se puede usar en la alimentación animal como en la avicultura tanto en pollos de engorda, como en gallina de huevo igualmente para producción porcícola, mostrando interesante rendimientos económicos.

#### **2.7.3.4 Ventajas del uso de la harina de lombriz**

- Fortalece los órganos musculares (por ejemplo el corazón)
- Mejorar las capacidades de las masas musculares
- Estimular, por equilibrio bioquímico, las funciones vitales (cerebral, cardíaca, hormonal)
- Proporciona alivio a fatigas físicas y mentales
- Ayuda en la formación de colágeno, enriquecimiento de los tejidos
- Recupera los tejidos lesionados, inflamados (histamina)
- Asistir positivamente al sistema inmunológico
- Regenerar la epidermis y el pelo (melanina)
- Retarda el envejecimiento o desgaste orgánico
- Aumenta la actividad cerebral
- Mejora el procesos de crecimiento e impide anemias
- Participa en la eliminación de toxinas (urea)
- Impide o eliminar los procesos convulsivos
- Auxiliar en terapias del sueño

#### **2.7.4 Propiedades nutrimentales**

La carne y harina de lombriz es uno de los mejores alimentos, ya que contiene un alto contenido de proteínas, del 65% a 75% y 20 aminoácidos con los 10 esenciales y un amplio espectro de vitaminas, como se presenta (Cuadro 2.4).

**Cuadro 2.4.** Aminoácidos, vitaminas y minerales de la carne y harina de lombriz (Bárcena, 2010)

<b>AMINOACIDOS</b>		<b>VITAMINAS Y MINERALES</b>	
<b>EN % promedio</b>	<b>Mg</b>		<b>Mg</b>
Alanina	5.53	Vit. A (Retinol/caroteno)	Vest. Var.
Arginina	6.51	Vit. B1 (Tiamina)	16
Ac. Aspártico	11.60	Vit. B3 (Niacina)	36
Cisteína	1.83	Vit. B12 (Cobalamina)	6
Ac. Glutámico	14.20	Vit. B6 (Piridoxina)	6
Ac. Glutámico	14.20	Vit. B6 (Piridoxina)	6
Glicina	5.00	Biotina (Vit. H)	32
Histidina	2.57	Aminobenzoic	30
Isoleucina	4.69	Ácido pantoténico	10.3
Leucina	7.59	Ácido fólico (Vit. M)	2.1
Lisina	2.57	Colina (Complejo B)	275
Metionina	2.20	Inositol (complejo B)	350
Fenilalanina	4.01	Ácido lipoico	Vest. Var.
Prolina	5.30	Vit. D	Vest. Var.
Serina	5.03	Hierro	2.7
Triptófano	1.40	Selenio	Vest. Var.
Treonina	5.20	Cromo	Vest. Var.
Tirosina	2.97	Calcio	Vest. Var.
Valina	5.00	Fosforo	Vest. Var.

### 2.7.5 Harina de lombriz como ingrediente del alimento balanceado para animales

Está siendo usada en la alimentación de animales como suplemento alimenticio en alimentos balanceados, se puede considerar que las lombrices son excelentes carnadas.



Varias características de la harina de lombriz promueven su utilización como materia-prima en la formulación de raciones para todos los tipos de animales y todas las edades.

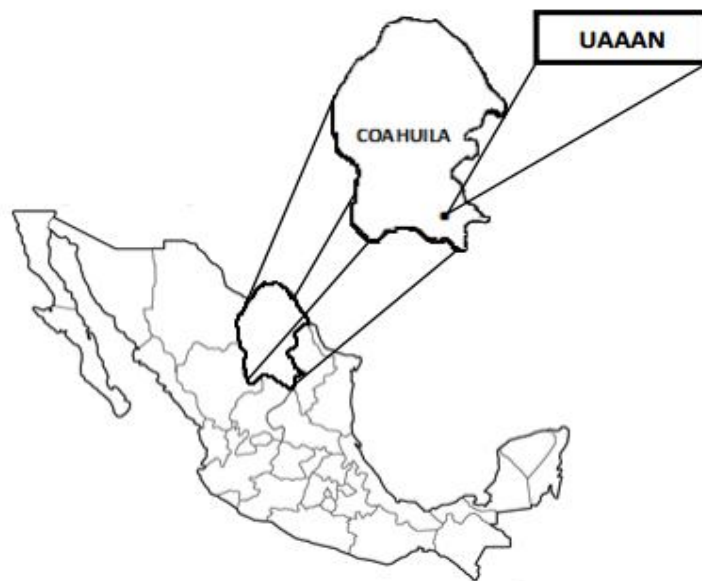
Muchas de las investigaciones que han realizado con mamíferos, aves y peces han encontrados resultados cuando los mismos fueron alimentados con lombrices en forma de harina. Podemos decir de manera general que la harina de lombriz:

- Acelera el crecimiento
- Desarrollo los músculos
- Incrementa el peso el peso, sin que sea gordura
- Cubre deficiencia de las proteínas y de los aminoácidos
- Mejora la actividad sexual
- Estimula el apetito, evitando desperdicios de las relaciones
- Animales se muestran más fuertes y más activos
- Regenera la epidermis y pelaje

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización geográfica del sitio experimental

El trabajo se llevó acabo en el Departamento de Ciencias del Suelo dentro de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, entre las coordenadas 25°21'11.4" latitud N y 101°01'59.8" longitud W y una altitud de 1742 M.S.N.M.



**Figura 3.1** Localización geográfica del sitio experimental

Este trabajo se realizó en campo y en laboratorio; el trabajo de campo consistió en evaluar el comportamiento de plántula de maíz mediante las aplicaciones foliares de líquido de lombriz más harina de lombriz. Mientras que en laboratorio consistió en análisis de CE, pH, número de raíces, longitud de la raíz, peso de la raíz, grosor del tallo, altura de la planta, peso fresco de la parte aérea.

### **3.2 Incremento de población de lombrices**

Para esto se construyó un techado de 8 m x 7 m, en la cual se usó quiotes para establecer los pilares, carrizos para establecer la base de techo, y finalmente se puso un recubrimiento de plástico polietileno. Se construyó una base de madera (tablas) de 2 m x 1.50 m, donde se montó el experimento.

Se procedió a poner 4 cajas de plástico de una altura de 50 cm., para después forrarlas con plásticos de nylon transparente. Para cada caja se puso 20 cm de estiércol de bovino de leche. Antes de inocular las lombrices, se procedió al acondicionamiento del estiércol; se hicieron 8 lavados durante 15 días hasta obtener una CE promedio de 4.75 ds/m y un pH promedio de 8.4. Una vez lavado el estiércol se decidió hacer la prueba de sobrevivencia de lombrices, se pusieron 10 lombrices en la caja y durante dos horas se estuvo en observación, si después de las 2 horas no salen las lombrices indica que ya es un estiércol apto para estas y se procede a inocular finalmente 30 lombrices.

**Figura 3.2** Preparación de cajas para crianza de lombrices.



Después de tres meses se reprodujeron la cantidad necesaria para que se lleve a cabo el experimento.

A este tiempo se realizó la cosecha de los adultos de lombriz extendiendo el material si extrayéndolas en forma manual. Luego fueron lavadas en agua de la llave dando dos enjuagues y un tercero con agua destilada. Enseguida se llevaron a una estufa de secado durante 48 horas a 50°C quedando un material completamente deshidratado. Después se procedió a moler este material en un mortero de porcelana y obtener así el producto final (harina de lombriz).

### **3.3 Acondicionamiento del área experimental**

Asimismo, se construyó un techado de tipo micro túnel de 4 m x 1 m y una altura de 90 cm, utilizamos alambazón para el sostén y después se puso un recubrimiento con plástico de nylon. Se dividió el área en cinco partes para los tratamientos con sus respectivas repeticiones. Las aplicaciones de los tratamientos se hizo cada 8 días, el cual consistió rociar con un atomizador las plántulas, con la solución enriquecida con harina de lombriz.

Además, se ocuparon materiales disponibles dentro de la misma Universidad, muchas de las investigaciones se basan también en demostrar la sustentabilidad y para reducir un poco el deterioro al medio ambiente.

### **3.4 Material vegetal**

Se utilizaron semilla de maíz de la variedad criollo de Oaxaca (*Zea mays*), las cuales fueron sembradas en charolas de germinación de 150 cavidades llenadas con peat moss.

### **3.5 Tratamientos**

Una vez obtenida la harina de lombriz, se diluyeron en una porción con agua y liquido de lombriz como se muestra en el Cuadro de tratamientos (Cuadro 3.1).

Durante el experimento se monitoreó constantemente los tratamientos diluidos, que tengan las condiciones adecuadas, para que no se alteren los resultados.

**Cuadro 3.1** Tratamientos evaluados en la plántulas de maíz

Tratamientos	Descripción
T1	100% Agua Potable (Testigo)
T2	100% Líquido de Lombriz
T3	1 gr Harina de Lombriz + 1 Litro de Líquido de Lombriz
T4	2 gr Harina de Lombriz + 1 Litro de Líquido de Lombriz
T5	3 gr Harina de Lombriz + 1 Litro de Líquido de Lombriz
T6	1 gr Harina de Lombriz + 1 Litro de Agua
T7	2 gr Harina de Lombriz + 1 Litro de Agua
T8	3 gr Harina de Lombriz + 1 Litro de Agua

**Figura 3.3** Preparaciones de los tratamientos que se aplicaron en el experimento



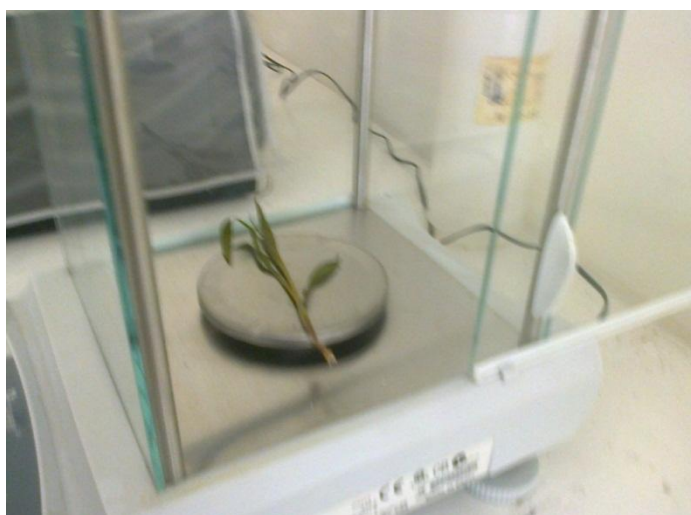
### **Variables Evaluadas**

Para la obtención de estas variables se seleccionaron al azar 3 plantas en cada repetición obteniendo así un total de 15 plantas por tratamiento durante las cinco fechas de evaluación. En cada fecha de evaluación las plantas seleccionadas fueron sacadas de las cavidades de siembra y fueron lavadas en agua de la llave, retirando los restos de sustrato en la raíz.

#### **Peso fresco parte aérea**

Para esta variable, después de seccionar el ejemplar en raíz y parte aérea, se tomó el peso de la parte aérea de las plántulas, mismo que fue una balanza analítica Sartorius capacidad de 1,200 g, modelo Mp, reportando en gramos.

**Figura 3.4** Peso fresco de parte aérea, en plántula de maíz (*Zea mays*)



### Peso seco parte aérea

Las plántulas utilizadas para determinar el peso fresco se metieron a una estufa de secado, Mapsa modelo HDP- 334, por 72 horas a 65°C y después se registró el peso seco en balanza analítica Sartorius capacidad de 1,200 g, modelo Mp, reportando en gramos.

**Figura 3.5** Peso seco parte aérea en plántula de maíz (*Zea mays*)



### Numero de raíces

Las raíces se contabilizaron en cada plántula, usando el dato para el análisis estadístico respectivo.



**Figura 3.6** Número de raíces en plántulas de maíz (*Zea mays*)



Peso fresco de raíz

Las raíces, separadas del área foliar, se pesaron en una balanza analítica Sartorius capacidad de 1,200 g, modelo Mp, mismo que fue reportado en gramos.

**Figura 3.7** Peso fresco de raíz en plántula de maíz (*Zea mays*)



### Peso seco de raíz

Las raíces frescas se metieron a una estufa de secado por 72 horas a 65°C y se registró peso en una balanza analítica Sartorius capacidad de 1,200 g, modelo Mp.

### Longitud de raíces

Para esta variable, se midió la longitud de raíz principal, del cuello de la raíz hasta el extremo inferior de esta; para esto se utilizó un vernier fowler calipér, y se reportó en centímetros.

**Figura 3.8** Longitud de raíz en plántula de maíz (*Zea mays*)



### Altura de planta

Para esta variable se utilizó un vernier Fowler Caliper, tomando desde la base del tallo hasta la parte superior de hoja más larga, reportando en centímetros (Figura 4. 9).

**Figura 3.9** Altura de plántula en maíz (*Zea mays*)



### Grosor de tallo

Para esta variable se utilizó un vernier. El grosor se tomó a 0.5 centímetros por arriba del nacimiento de la raíz, reportando en milímetros.

## Diseño experimental y análisis estadístico

El experimento se distribuyó de acuerdo al Diseño Completamente al Azar. Los datos obtenidos, se les efectuó un análisis de varianza (ANVA) y la prueba de medias con Turkey; para lo cual se usó el software para computadora R versión 2.14.1 (R, Development CoreTeam, 2011).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Análisis de Varianza para variables de crecimiento

Las plántulas de maíz asperjadas con líquido de lombriz más harina de lombriz fueron afectadas significativamente ( $P \leq 0.05$ ) en el peso fresco aéreo (Cuadro 4.1) y el grosor del tallo ( $P \leq 0.01$ ) (Cuadro 4.2). Mientras que el peso seco aéreo, número de raíces, peso fresco de raíces (Cuadro 4.1), peso seco de raíz, longitud de raíz y altura de planta (Cuadro 4.2) no fueron afectadas significativamente por los diferentes tratamientos foliares de líquido más harina de lombriz.

Cuadro 4.1. Análisis de varianza en las variables de peso fresco parte aérea (PFA), peso seco parte aérea (PSPA), número de raíces (NR) y peso fresco de raíz (PFR) en plántulas de maíz (*Zea mays*) tratadas con líquido y harina de lombriz.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>PFA</b> <b>(g)</b>	<b>PSA</b> <b>(g)</b>	<b>NR</b> <b>(cantidad)</b>	<b>PFR</b> <b>(g)</b>
Tratamiento	7	0.162*	0.0042 <sup>NS</sup>	10.827 <sup>NS</sup>	0.022 <sup>NS</sup>
Error Exp	88	0.075	0.0062	11.032	0.078
CV		31.72	78.13	27.25	29.47

\*\*Altamente significativo ( $p \leq 0.01$ ); \*Significativo ( $p \leq 0.05$ ); NS= no significativo.

Cuadro 4.2. Análisis de varianza en las variables de peso seco de raíz (PSR), longitud de raíz (LR), Altura de planta (AP) y grosor de tallo (GT) en plántulas de maíz (*Zea mays*) tratadas con líquido y harina de lombriz.

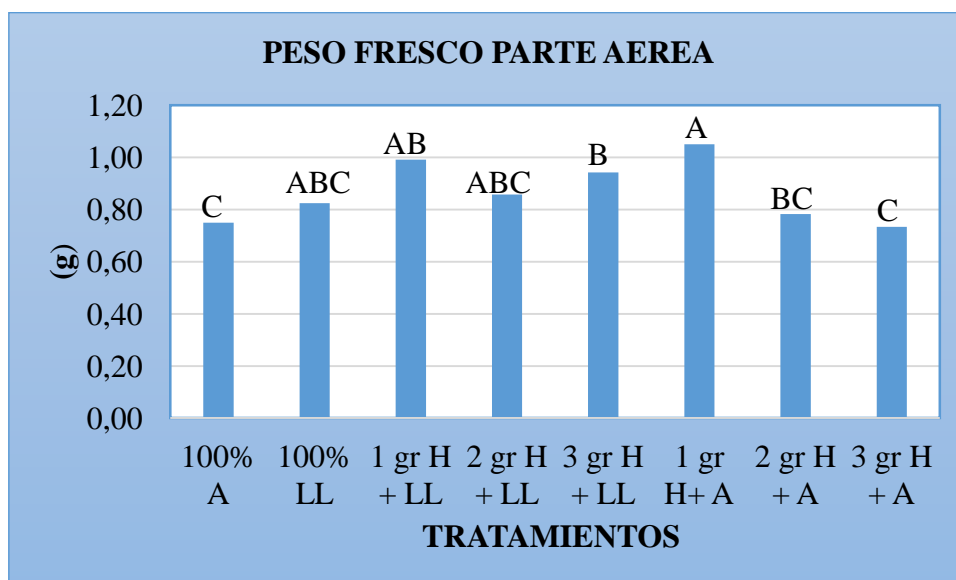
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>PSR</b> <b>(g)</b>	<b>LG</b> <b>(cm)</b>	<b>ATP</b> <b>(cm)</b>	<b>GT</b> <b>(mm)</b>
TRATAMIENTO	7	0.0042 <sup>NS</sup>	425.81 <sup>NS</sup>	1017.96 <sup>NS</sup>	0.984**
Error Exp.	88	0.0062	1416.75	916.32	0.348
CV		55.92	29.43	19.98	16.58

\*\*Nivel de significancia ( $p \leq 0.01$ ) \*nivel de significancia ( $p \leq 0.05$ ) NS= no hay significancia.

El coeficiente de variación (CV) como indicativo de la confiabilidad del desarrollo del cultivo se mantuvo entre 16.58 % para el grosor de tallo y 78.13% para el peso seco de parte aérea, esta oscilación puede ser debido a la afectación causada por las condiciones climáticas durante el desarrollo del cultivo a nivel de campo pues estas no se controlaron.

## 4.2 Peso fresco parte aérea

El peso fresco de la parte aérea de las plántulas de maíz fue influenciada con mayor peso cuando estas recibieron una dosis baja de harina de lombriz, pero este efecto fue más marcada cuando se combinó con agua potable registrando 1.05 gramos por plántula, seguido de la combinación de 1 gramo de harina más líquido de lombriz con 0.99 gramos por plántula. Mientras que el resto de los tratamientos afectaron en menor proporción el peso aéreo (Figura 4.1). Esta disminución del peso aéreo con el aumento de la dosis de harina de lombriz puede ser debido a que la solución asperjada está muy concentrada lo que dificultaría más la liberación de los nutrientes, ya que Vivas (2001) señala que aparentemente es recomendable utilizar solamente líquido de lombriz pues la harina de lombriz lleva cierto tiempo en liberar los nutrientes.



**Figura 4.1.** Efecto de la aspersión foliar de líquido y harina de lombriz en el peso fresco aéreo de las plántulas de maíz (*Zea maíz*). Las letras A, B y C son las categorías obtenidas en la comparación de medias con Tukey al 0.05.

### 4.3 Peso seco parte aérea

La variable peso seco aéreo no fue afectado estadísticamente entre los tratamientos (Figura 4.2), sin embargo, numéricamente se observa que las plántulas asperjadas con líquido de lombriz (LL100%) fue la que presentó mayor peso seco con 0.15 gramos por planta, seguido con aquellas tratadas con 1 gramo de harina más líquido de lombriz con un valor igual a 0.11 gramos por plántula, mientras que aquellas plántulas que recibieron pura agua (AA100%) fueron las que presentó el menor peso con 0.08 gramos por plántula (Figura 4.2). En contraste con nuestros resultados, Vázquez y Torres (2006) reportan que el uso de líquido de lombriz aumenta la producción de materia seca de las plantas. Mismo que indican que el incremento de esta depende del balance entre la fotosíntesis y la respiración.

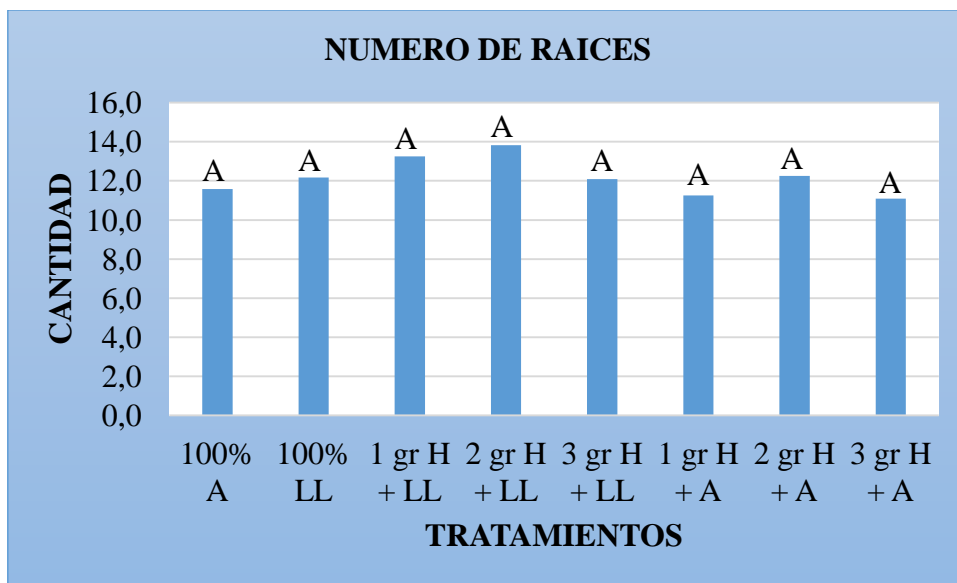


**Figura 4.2.** Efecto de la aspersión foliar de líquido y harina de lombriz en el peso seco aéreo de las plántulas de maíz (*Zea maíz*). La letra A es la categoría obtenida en la comparación de medias con Tukey al 0.05.



#### 4.4 Número de raíces

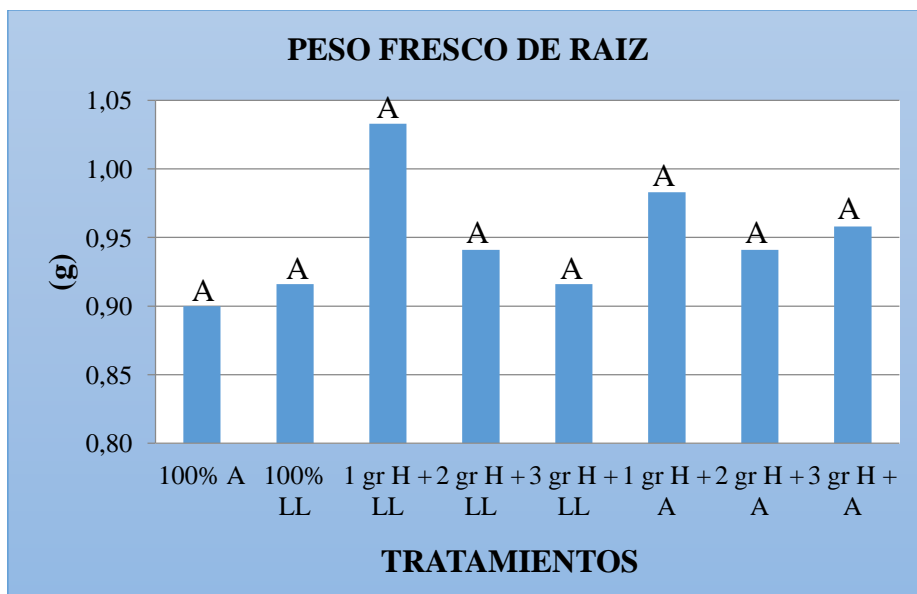
Las diferentes cantidades de harina de lombriz y/o líquido de lombriz no manifestaron efectos significativos estadísticos en el número de raíces de las plántulas en comparación con el testigo (Figura 4.3). Sin embargo, numéricamente existe diferencia entre los tratamientos, pues las plántulas asperjadas con 2 gramos de harina más líquido de lombriz registró el mayor número de raíces igual a 15 por plántula, seguido con el tratamiento con 1 gramo de harina más líquido de lombriz donde presenta 13 raíces por plántula, la mínima cantidad de estas se presentó en las plántulas tratadas con 3 gramos de harinas más agua con tan solo 11 raíces.



**Figura 4.3.** Efecto de la aspersión foliar de líquido y harina de lombriz en el número de raíces de las plántulas de maíz (*Zea maíz*). La letra A es la categoría obtenida en la comparación de medias con Tukey al 0.05.

#### 4.5 Peso fresco de la raíz

En esta variable podemos apreciar que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (Figura 4.4). Pero numéricamente las plántulas que fueron asperjadas con menor cantidad de harina de lombriz ya sea diluida en agua o líquido de lombriz se obtuvieron mayor peso fresco, como se observa en las plántulas tratadas con 1 gramos de harina más líquido de lombriz registraron 1.03 gramos por plántula, seguido con aquellas plántulas tratadas con 1 gramo de harina más agua con un valor igual a 0.98 gramo por plántula, el resto de los tratamientos presentan el mínimo peso de esta.

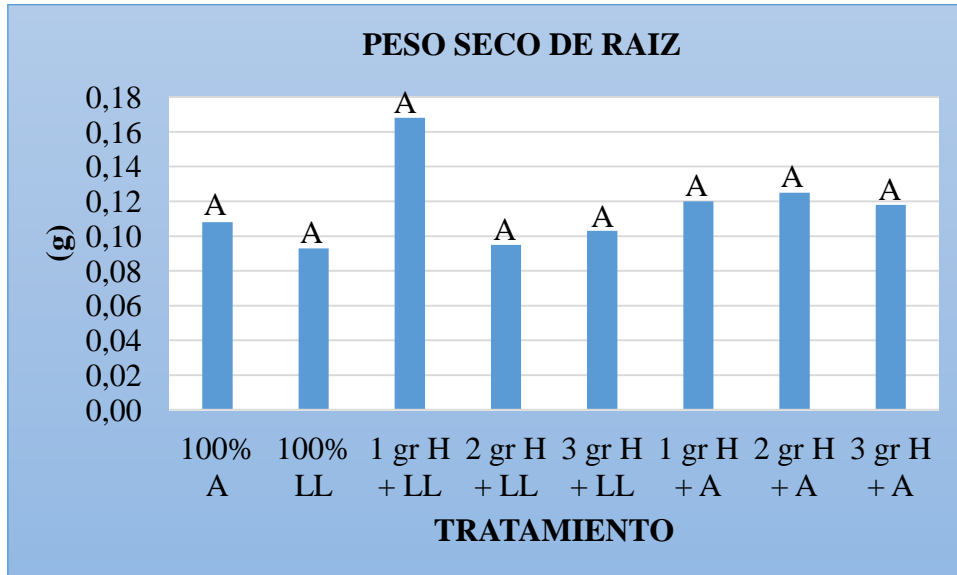


**Figura 4.4.** Efecto de la aspersión foliar de líquido y harina de lombriz en el peso fresco de raíz de las plántulas de maíz (*Zea maíz*). La letra A es la categoría obtenida en la comparación de medias con Tukey al 0.05.

#### 4.6 Peso seco de la raíz

De acuerdo al análisis de varianza efectuada en esta variable no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos (Figura 4.5). Numéricamente se puede observar que las plántulas tratadas con 1 g de harina más líquido de lombriz presentó el mayor peso seco con un valor igual a 0.16 gramos por plántula, seguido de aquellas plántulas que fueron asperjadas con 2 gramos de harina lombriz más agua registrando 0.12 gramos por plántula, el valor más bajo de esta se obtuvo con 2 gramos de harina más agua (0.09 gramos) (Figura 4.5).

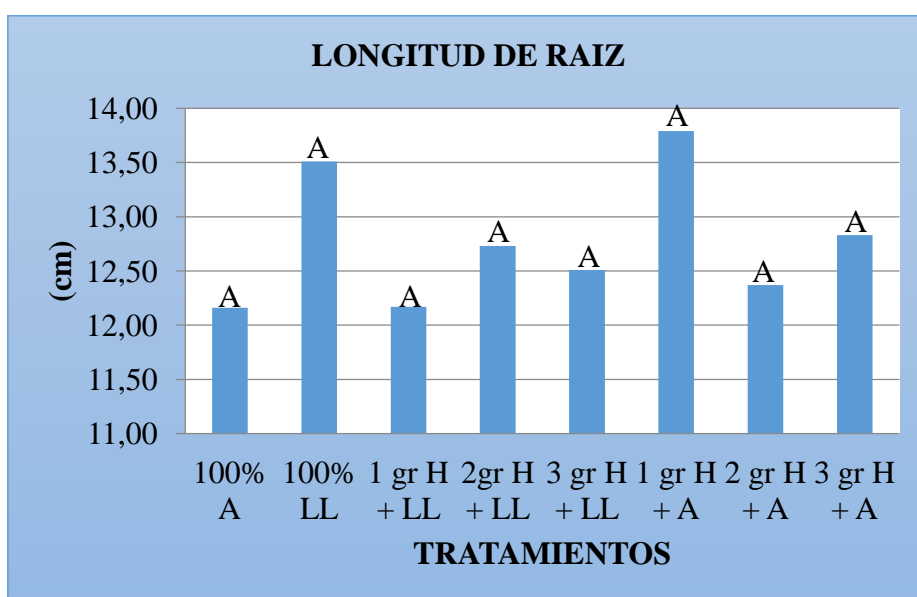
El efecto negativo de los tratamientos en el peso seco de raíz puede ser debido a que las aplicaciones fueron vía foliar, si hubiera sido estas aplicaciones en las raíces puedo a ver tenido otro efecto.



**Figura 4.5.** Efecto de la aspersión foliar de líquido y harina de lombriz en el peso seco de raíz de las plántulas de maíz (*Zea maíz*). La letra A es la categoría obtenida en la comparación de medias con Tukey al 0.05.

#### 4.7 Longitud de raíz

En esta variable podemos observar que las diferentes dosis de harina más líquido de lombriz no afectó significativamente (Figura 4.6). Sin embargo, podemos observar que las plántulas que fueron asperjadas con 1 gramo de harina más agua registró mayor longitud de raíces con un valor de 13.79 cm por plántula, seguido en aquellas plántulas que recibieron 100% líquido de lombriz (13.51 cm), las otras plántulas tratadas diferentes a estas presentaron valores bajos. Nuestros resultados fueron similares con lo reportado por Vivas (2001) quien reporta que al utilizar líquido de lombriz interviene en el anclaje y crecimiento radicular de las plantas.

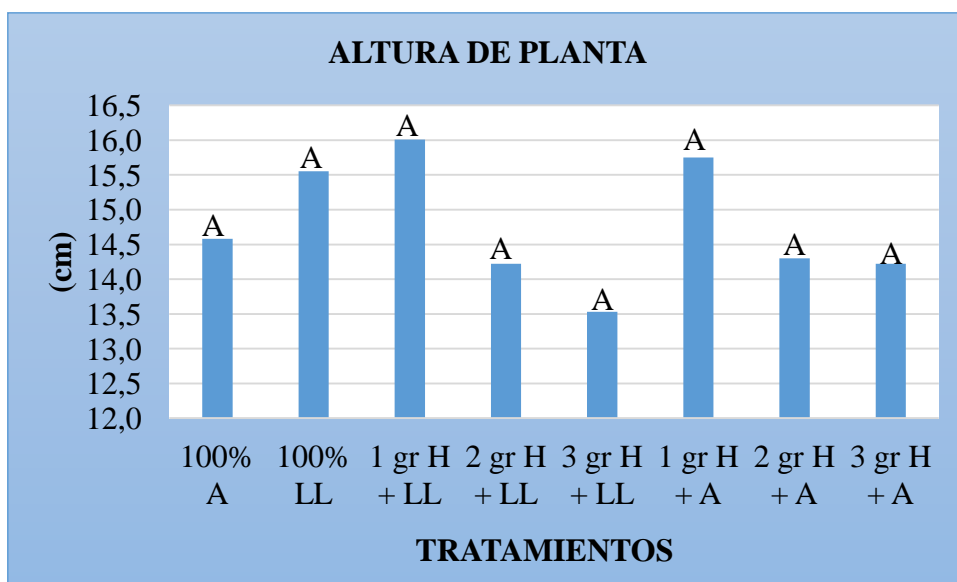


**Figura 4.6.** Efecto de la aspersión foliar de líquido y harina de lombriz en la longitud de raíz de las plántulas de maíz (*Zea maíz*). La letra A es la categoría obtenida en la comparación de medias con Tukey al 0.05.

#### 4.8 Altura de planta

De acuerdo al análisis de varianza no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos para esta variable (Figura 4.7). Pero numéricamente se puede observar que hay diferencia entre los tratamientos, ya que las plántulas tratadas con 1 gramo de harina más líquido de lombriz mostró mayor altura con 16.0 cm, seguido con aquellas tratadas con 1 gramo de harina más agua registrando un valor igual a 15.8 cm, mientras que las que recibieron 100% líquido de lombriz tuvo una altura de 15.6 cm (Figura 4.7).

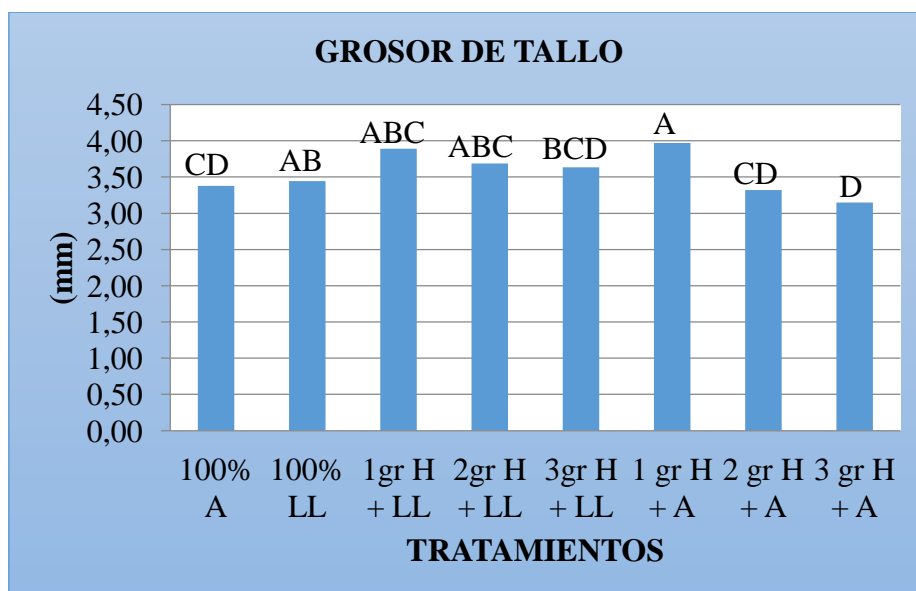
En contraste con nuestro resultado fue reportado por Zandino y Busato (2012) quienes señalan que el humus o líquido de lombriz estimula el crecimiento de las plantas y este efecto debe a que contiene sustancias similares a la de hormonas de crecimiento.



**Figura 4.7.** Efecto de la aspersion foliar de líquido y harina de lombriz en la altura de las plántulas de maíz (*Zea maíz*). La letra A es la categoría obtenida en la comparación de medias con Tukey al 0.05.

#### 4.9 Grosor de tallo

El grosor de tallo fue afectado significativamente entre los tratamientos (Figura 4.8). Pero las plántulas que recibieron aplicaciones de líquido de lombriz con el aumento de la cantidad de harina en la solución foliar no se obtuvieron resultados favorables. Sin embargo, se puede apreciar que aquellas plántulas asperjadas con 1 gramo de harina más agua tuvo un valor de 4.0 mm de diámetro, seguido de aquellas que recibieron 1 gramo de harina más líquido de lombriz con 3.9 mm de diámetro, posteriormente las que fueron tratadas con 3 gramos de harina más líquido de lombriz registra un valor de 3.6 mm de diámetros, mientras que valor más bajo de este parámetro se presentó cuando estas fueron tratadas con 3 gramos de harina más agua (3.1 mm). Este resultado fue similar a lo reportado por Martínez (2001), quien indica que el uso de los compuestos de origen de lombricomposta; líquido de lombriz y humus sólidos, interviene mucho en el crecimiento y desarrollo de las plantas, repercutiendo en plántulas más vigorosas y resistentes a ciertas condiciones ambientales adversas.



**Figura 4.8.** Efecto de la aspersion foliar de líquido y harina de lombriz en el grosor de tallo de las plántulas de maíz (*Zea maíz*). Las letras A, B, C y D son las categorías obtenidas en la comparación de medias con Tukey al 0.05

## 5. CONCLUSIÓN

De acuerdo a nuestros resultados nos sugiere que el líquido más harina de lombriz a bajas concentraciones afecta de manera positiva a algunas de las variables evaluadas.

El líquido de lombriz (100%) incrementa notablemente el peso seco de la parte aérea y la longitud de raíces.

El líquido de lombriz más un gramo de harina de lombriz es el tratamiento que afectó de manera positiva el peso fresco de parte aérea, peso fresco de raíz, peso seco de raíz, altura de planta y grosor de tallo.

## 6. LITERATURA CITADA

- Bravo, B. R. 2011. Adición de Harina (*Eisenia foetida* L.) a Pan Dulce para mejorar el contenido proteico. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. División de Agronomía. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México PP: 11-21.
- Bravo, J. R. 2008. Germinación estándar y características de plántula de Melón (*Cucumis melo* L.) var. TopMark con Cinco Niveles de Humus Líquido de Lombriz. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México PP: 20-27
- Cruz, M. V. H. 2013. Monitoreo de la dinámica poblacional de la lombriz roja californiana (*Esenia Foetida* L.) en diferentes calibres de estiércol bovino de leche. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. División de Ingeniería. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. PP: 37-40.
- Cruz, F. M. 2001. Uso y manejo de la lombricultura en la agricultura. Monografía. Universidad autónoma agraria “Antonio narro”. División de agronomía. Buenavista saltillo Coahuila, México PP.: 36-40.
- Escoria, R. C. 2012. Evaluación del Cultivo de Acelga (*Beta vulgaris* L. var. Fordhook giant), usando diferentes sustratos orgánicos y fertilizantes químicos, con aplicación periódica de Humus Líquido de Lombriz. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. División de Agronomía. Buenavista Saltillo, Coahuila, México PP.: 7-19.
- Ferruzzi, C. 1986. Manual de lombricultura. Primera edición. Mundi prensa. Pp. 13-46.
- Hernández, H. A. 2013. Uso potenciales del humus (abono orgánico lixiviado y solido) en la empresa de fertilombriz. Trabajo de práctica empresarial. Corporación Universitaria facultad de Ciencias Administrativas y agropecuarias administración de empresas agropecuarias. La sallista. PP: 16-19.
- Misael, L. 2003. El cultivo de maíz y la distribución del Fitomejorador para favorecer la autosuficiencia, Revista de Agronegocios. Vol. VII, núm. 12. México. PP.: 52- 67.
- Marcos, U. A. 2007. Evaluación del humus líquido de lombriz en la producción de plántula de Tomate Saladette (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio
- Martínez, C. C. 2000. Lombricultura y agricultura sustentable. Compiladores: Martínez C. C. y L. Ramírez. Sin Pie de Imprenta. México.
- Méndez Bajasas Iliana. Fabrican en IPN con lombrices de tierra galletas tan nutritivas como un filete de res. Periódico la Crónica de Hoy. 18 de enero 2005.
- Narro. División de agronomía. Buenavista, saltillo, Coahuila, México PP.: 36-39.
- Oswaldo, P. 2013. Te de lombricomposta y solución nutritiva en la producción de acelga (*Beta vulgaris* var. Cicla) en invernadero con sistema de raíz flotante. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencia Agrícola. Xalapa, Veracruz, México PP.: 16-22.



- Ramírez, A. M. 2013. Evaluación de la lombricomposta como parte del sustrato en la producción de plántula de tomate (*Lycopersion esculentum* Mill.). Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. División de agronomía. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México PP.: 17-21.
- Roblero, A. A. 2011. Germinación de Maíz (*Zea mays*) utilizando diferentes niveles de lombricomposta. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. División de Ingeniería. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México PP.: 10-16.
- Rivera, M. A. 2007. Derivados de lombrices y composteo en la promoción de la germinación de semilla hortícola deterioradas. Tesis de maestría. Universidad autónoma agraria Antonio narro. Subdirección de postgrado. Buenavista, saltillo, Coahuila, México. Pp. 6-7.
- Tineo, B. A. L. 1994. Crianza y manejo de lombrices de tierra con fines agrícolas. Publicaciones del proyecto RENARM/manejo de cuencas. Costa Rica. PP.: 38.
- Zandonadi B.D. and Busato G.J. 2012. Vermicompost humic substances: technology for converting pollution into plant growth regulators. *International Journal of Environmental Science and Engineering Research*, 3(2):73-84.

## 6.1 Fuentes de Internet

<http://www.acmor.org.mx/cuam/biol/230lombrices.pdf>

[http://www.cib.uaem.mx/pdf\\_nuevo/3.pdf](http://www.cib.uaem.mx/pdf_nuevo/3.pdf)

[http://www.pa.gob.mx/publica/rev\\_5354/analisis/elaboraci%C3%B3n\\_abono.pdf](http://www.pa.gob.mx/publica/rev_5354/analisis/elaboraci%C3%B3n_abono.pdf)

[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182008000100008](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182008000100008)

[http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/936/1/USOS\\_POTENCIALES\\_HUMUS\\_ABONO\\_ORGANICO\\_LIXIVIADO\\_SOLIDO\\_EMPRESA\\_FERTILOMBRIZ.pdf](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/936/1/USOS_POTENCIALES_HUMUS_ABONO_ORGANICO_LIXIVIADO_SOLIDO_EMPRESA_FERTILOMBRIZ.pdf)

<http://www.redalyc.org/pdf/959/95918727003.pdf>

<http://www.fao.org/docrep/t0395s/t0395s03.htm>

<http://www.maizar.org.ar/pdf/Revista%20maizar%202.pdf>

<http://www.fao.org/docrep/013/a1972s/a1972s00.pdf>

[http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/cambioclimatico/Tecnologias\\_mitigacion.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/cambioclimatico/Tecnologias_mitigacion.pdf)

[http://www.iiaf.umich.mx/filenot/manual\\_lomb.pdf](http://www.iiaf.umich.mx/filenot/manual_lomb.pdf)

[http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/779/1/curi\\_qk.pdf](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/779/1/curi_qk.pdf)

<http://xn--caribea-9za.eumed.net/humus-lombriz-lixiviado/>

<http://www.lombricol.com/fertilizanteliquido.php> (04

<http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/32691/1/patlaxmartinez.pdf>

[http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/documents/fichasaapt/Utilizaci%C3%B3n\\_de\\_esti%C3%A9rcoles.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/documents/fichasaapt/Utilizaci%C3%B3n_de_esti%C3%A9rcoles.pdf)

<http://www.vermicuc.com/humus/la-lombriz.htm>

[http://www.promin.com.br/promin/?page\\_id=94](http://www.promin.com.br/promin/?page_id=94)