

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO



Comportamiento fisiológico de cebolla (*Allium cepa* L.) a la aplicación de fertilización foliar de líquido de lombriz enriquecido con harina de lombriz

Por:

DANIELA DAYMI PÉREZ PÉREZ

Tesis

Presentada Como Requisito Parcial para

Obtener el Título de

INGENIERO AGRICOLA Y AMBIENTAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Diciembre, 2014

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

Comportamiento fisiológico de cebolla (*Allium cepa* L.) a la aplicación de fertilización foliar de líquido de lombriz enriquecido con harina de lombriz

Por:

DANIELA DAYMI PÉREZ PÉREZ

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Aprobada por:

Dr. Emilio Rascón Alvarado
Asesor Principal

M.C. Fidel Maximiano Peña Ramos
Coasesor

Dr. Alejandro Herrera Hernández
Coasesor

Dr. Luis Samaniego Moreno
Coordinador de la División de Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2014

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por regalarme una familia que me ha brindado su apoyo incondicional y concederme la dicha de vivir. Por cumplir esta meta en mi vida en el aspecto profesional, por cada vez que me permite regresar a casa y poder abrazar a mi familia. Gracias Sr.

A mi **Alma Terra Mater**, por abrirme las puertas al conocimiento y permitirme ser parte de ella durante toda mi formación académica, estoy profundamente agradecida y porque siempre formara parte de mi vida “Buitres por siempre”.

Al **Departamento De Ciencias Del Suelo**, por las facilidades brindadas a lo largo de mi desarrollo académico.

A mis **Profesores**, por los conocimientos transmitidos, experiencias y consejos durante mi formación profesional dentro de la universidad, ya que gracias a ellos veo realizado este logro en mi etapa profesional.

Al **Dr. Emilio Rascón Alvarado**, mi más sincero y profundo agradecimiento por su apoyo y valiosa aportación de conocimientos al desarrollo de la presente investigación, por su paciencia y motivación invaluable para finalizar este proyecto.

Al **M.C. Fidel Maximiano Peña Ramos**, por su valiosa disponibilidad, paciencia y asesoría en la aportación de conocimientos necesarios para la culminación de este trabajo.

Al **Dr. Alejandro herrera Hernández**, por su valiosa participación para que esta investigación sea un éxito, profesor de gran respeto y de conocimientos invaluable.

A **mis amigos y compañeros**, principalmente a Catalina Garcés, Areli Gonzales, Alberto Roque y Luis García; no se olvidaran los buenos momentos que compartimos juntos, formaron parte importante en mi vida, y solo puedo desearles que a donde vayan Dios les colme de bendiciones y éxitos.

A **Roberto Morales**, momentos buenos y malos, pero siempre constante; por las situaciones en las que necesitaba de alguien y encontraba tu apoyo siempre incondicional.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

Comportamiento fisiológico de cebolla (*Allium cepa* L.) a la aplicación de fertilización foliar de líquido de lombriz enriquecido con harina de lombriz

Por:

DANIELA DAYMI PÉREZ PÉREZ

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Aprobada por:

Dr. Emilio Rascón Alvarado
Asesor Principal

M.C. Fidel Maximiano Peña Ramos
Coasesor

Dr. Alejandro Herrera Hernández
Coasesor

Dr. Luis Samaniego Moreno
Coordinador de la División de Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2014

DEDICATORIAS

A mis padres, el Sr. Reynol Pérez Roblero y Sra. Sotera Pérez Roblero, me lleno de alegría cada vez que puedo volver a verlos, cada vez que puedo escuchar el sonido de su voz, ha sido una etapa complicada pero que gracias al esfuerzo y sacrificio incondicional de ambos, he llegado a culminar este éxito. Que no hubiera logrado sin los continuos consejos que me han brindado. Porque yo, solo soy la semilla que ustedes sembraron. Con amor, respeto y admiración, su hija Daymi.

A mis padres, el Sr. Miguel Pérez Gálvez y Sra. Dominga Roblero Morales, mis amores, mis viejitos hermosos, un tesoro que Dios me ha permitido tener, este éxito también es de ustedes; su amor, cariño y comprensión han llenado mi vida de amor, y solo puedo darles las gracias por todos los bellos momentos y los cuidados que le han dado a mi existencia.

A mi abuelito, el Sr. Fausto Pérez Roblero, gracias por el apoyo, por las palabras de amor que escuche hacia mi persona, porque ha sido de gran valor tenerlo en mi vida, Gracias.

A mis tíos, el Sr. Ausencio Pérez Roblero y Sra. Leonor Pérez López, mis lindos y hermosos tíos, a quienes amo con todo el corazón, aunque estuviera muy chiquita recuerdo varios momentos que cuidaron de mí y que hasta hoy en día siguen haciendo. Esta meta en mi vida, también es un éxito de ustedes, gracias por formar parte de mi vida.

A mi hermanito Gamadiel Reymundo Pérez Pérez, no sé en qué momento empezaste a convertirte en el hombre que ahora eres, tomando tus propias decisiones, para mí siempre serás el hermanito a quien siempre cuidare, has sido y serás esa parte fundamental que me inspira a seguir adelante.

A mi hermanita Yaretzi Arleth Pérez Pérez, un pequeño angelito que llevo a nuestras vidas. En unos años podrás leer esto, espero ser inspiración para ti, para que le pongas empeño a tu formación académica y por ende, te desarrolles y desenvuelvas en el ámbito profesional.

A mi familia, en cuestión, y demás personas; que con una palabra y/o una sonrisa, me apoyaron y creyeron en mí.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	III
DEDICATORIAS.....	IV
INDICE DE CONTENIDO.....	V
INDICE DE CUADROS.....	VIII
INDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	X
1. INTRODUCCION.....	1
1.1 Objetivo.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
2. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 Origen.....	4
2.2 Importancia económica y distribución geográfica.....	4
2.3 Clasificación taxonómica.....	6
2.4 Clasificación agronómica.....	7
2.5 Descripción botánica.....	7
2.5.1 Raíz.....	8
2.5.2 Tallo verdadero.....	8
2.5.3 Falso tallo.....	9
2.5.4 Tallo floral.....	9
2.5.5 Hojas.....	10
2.5.6 Inflorescencia y flor.....	11
2.5.7 Bulbo.....	12

2.5.8	Semilla.....	12
2.6	Fases de desarrollo.....	13
2.7	Requerimientos fotoperiódicos.....	14
2.8	Requerimiento edafoclimáticos.....	14
2.9	Sustratos.....	16
2.10	Perlita.....	18
2.11	Fertilización foliar.....	19
2.12	Fertilizantes orgánicos.....	22
2.13	Lombricultura.....	24
2.14	Líquido de lombriz.....	25
2.15	Harina de lombriz.....	26
3.	MATERIALES Y METODOS.....	28
3.1	Localización geográfica del sitio experimental.....	28
3.2	Materiales.....	29
3.2.1	De campo.....	29
3.2.2	De laboratorio.....	30
3.3	Metodología.....	30
3.3.1	Contenedor para cría de lombriz y recolección de líquido de lombriz.....	30
3.3.2	Recolección, lavado y secado de adultos de lombriz.....	31
3.3.3	Molienda de adultos de lombriz.....	31
3.3.4	Acondicionamiento de charolas de germinación.....	32
3.3.5	Siembra de semillas.....	32
3.3.6	Tratamientos.....	33

3.3.7	Acondicionamiento de área experimental.....	33
3.3.8	Aplicaciones foliares.....	34
3.3.9	Mediciones.....	35
3.3.10	Variables evaluadas.....	35
3.3.11	Arreglo experimental.....	38
4.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	39
4.1	Análisis de varianza.....	39
4.2	Diámetro de tallo.....	40
4.3	Altura de planta.....	42
4.4	Longitud de raíz.....	44
4.5	Peso fresco total.....	46
4.6	Peso seco total.....	48
5.	CONCLUSIONES.....	51
6.	RECOMENDACIONES.....	51
7.	LITERATURA CITADA.....	52
7.1	Fuentes de internet.....	55

INDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1 Principales productores de cebolla en América.....	5
Cuadro 2.2 Composición y valor nutrimental de la cebolla.....	13
Cuadro 3.1 Cuadro de contenido por cada tratamiento.....	33
Cuadro 4.1 Cuadros medios y significancias para las diferentes variables evaluadas en el análisis de varianza en la fertilización foliar de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) con solución enriquecida con harina y líquido de lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i> L.).....	39

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Raiz del cultivo de cebolla.....	8
Figura 2.2 Tallo verdadero del cultivo de cebolla.....	8
Figura 2.3 Falso tallo del cultivo de cebolla.....	9
Figura 2.4 Tallo floral del cultivo de cebolla.....	10
Figura 2.5 Hojas del cultivo de cebolla.....	10
Figura 2.6 Inflorescencia y flor del cultivo de cebolla.....	11
Figura 2.7 Corte transversal del bulbo de la cebolla.....	12
Figura 2.8 Semilla del cultivo de cebolla.....	12
Figura 3.1 Localización geográfica del sitio experimental.....	28
Figura 3.2 Harina de lombriz.....	32
Figura 3.3 Semillas de cebolla germinadas.....	33
Figura 3.4 Aplicación de fertilizantes foliares.....	34
Figura 3.5 Medición del diámetro de tallo.....	35
Figura 3.6 Medición de la altura de planta.....	36
Figura 3.7 Medición de la longitud de raíz.....	36
Figura 3.8 Medición del peso fresco total.....	37
Figura 3.9 Medición del peso seco total.....	37
Figura 4.1 Diámetro de tallo en plántula de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) a las aplicaciones foliares enriquecidas con líquido de lombriz y con harina de lombriz.....	41
Figura 4.2 Altura de planta en cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) a las aplicaciones foliares enriquecidas con líquido de lombriz y con harina de lombriz.....	43
Figura 4.3 Longitud de raíz en plántula de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) a las aplicaciones foliares enriquecidas con líquido de lombriz y con harina de lombriz.....	45
Figura 4.4 Peso fresco total en plántula de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) a las aplicaciones foliares enriquecidas con líquido de lombriz y con harina de lombriz.....	47
Figura 4.5 Peso seco total en plántula de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) a las aplicaciones foliares enriquecidas con líquido de lombriz y con harina de lombriz.....	49

RESUMEN

La cebolla es una hortaliza que forma parte de la dieta humana y su cultivo se encuentra ampliamente difundido en el mundo. El presente trabajo se realizó atrás del edificio del Departamento de Ciencias del Suelo 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. El objetivo fue evaluar el efecto de la fertilización foliar en plántula de cebolla (*Allium cepa* L.) a las aplicaciones enriquecidas con líquido de lombriz y con harina de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* L.). Se montó un experimento con 8 tratamientos, utilizando perlita como sustrato para la germinación, donde: (T1) agua potable al 100%, (T2) líquido de lombriz al 100%, (T3) 1 gr de harina + 1 litro de agua, (T4) 2 grs de harina + 1 litro de agua, (T5) 3 grs de harina + 1 litro de agua, (T6) 1 gr de harina + 1 litro de líquido de lombriz, (T7) 2 grs de harina + 1 litro de líquido de lombriz, (T8) 3 grs de harina + 1 litro de líquido de lombriz. con 5 repeticiones por tratamiento; donde las variables a evaluar fueron diámetro de tallo (DT), altura de planta (AP), longitud de raíz (LR), peso fresco total (PFT) y peso seco total (PST). Los resultados mostraron que la combinación de materiales orgánicos en concentraciones altas abaten los valores de las variables evaluadas. De modo que se concluye que el tratamiento a base de tres gramos de harina más agua potable mostraron los valores superiores para las variables evaluadas.

Palabras clave: fertilización foliar, lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* L.), sustrato, humus líquido de lombriz, harina de lombriz.

1. INTRODUCCION

El cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) es una de las hortalizas de mayor importancia en la dieta humana, se la encuentra durante todo el año en los mercados, ya que es una de las hortalizas más versátiles, convirtiéndose en uno de los principales cultivos de la alimentación diaria ya que posee una gran diversidad de consumos, sea como condimento, fresca, deshidratada e incluso medicinal (El Agro, 1999).

La cebolla es la quinta hortaliza más importante que se cultiva en México. Se siembran cerca de 40 mil hectáreas y se producen arriba de 800 mil toneladas. Con esta producción, México se ubica entre los 10 principales productores más importantes.

Anualmente se exportan alrededor de 176 mil toneladas a los Estados Unidos que equivalen al 20% de la producción nacional, con un valor aproximado de 127 millones de dólares.

En la región de Delicias, Chihuahua, este cultivo ocupa el segundo lugar en importancia socioeconómica entre las hortalizas cultivadas. En 1998 se sembraron 5,243 hectáreas, las cuales produjeron 174,260 toneladas; esto representa el 17% del total nacional y ubica a Chihuahua como el principal productor de cebolla del país.

Datos de la SIAP (Servicios de Información Agroalimentaria y Pesquera) indicaron que durante el 2010, se cultivaron 45 mil 347 hectáreas de cebolla, de donde se obtuvieron 1 millón 148 mil toneladas, de las cuales más del 56% se produjeron en los estados de Baja California, Chihuahua, Zacatecas y Tamaulipas, el rendimiento promedio fue de 27.8 toneladas por hectárea cosechada. El estado de Chihuahua reporto el mejor rendimiento con 38.2 ton/ha (CEFP, 2011).

Rodríguez, (1982); indica que el principal problema que enfrenta el cultivo de la cebolla es la nutrición, cuando existen deficiencias nutricionales, se debe corregir mediante una fertilización foliar, ya que esta actúa de inmediato en la asimilación de los nutrientes y así obtener mejores resultados.

La fertilización foliar es uno de los métodos económicos con el cual se ha logrado resultados prácticos para incrementar los rendimientos, según Maroto (1983).

Es importante hacer más eficiente la producción de este cultivo utilizando fertilizantes orgánicos que no dañen el medio ambiente, obteniendo así un método alternativo para la agricultura convencional. En vista de lo expuesto antes, la presente investigación se basa en el siguiente objetivo e hipótesis:

1.1 Objetivo

Evaluar el comportamiento fisiológico en plántula de cebolla (*Allium cepa* L.) a las aplicaciones foliares enriquecidas con líquido de lombriz y con harina de lombriz

1.2 Hipótesis

Las aplicaciones foliares enriquecidas con líquido de lombriz y/o con harina de lombriz generan plántulas de cebolla con características fisiológicas superiores

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Origen

La cebolla es originaria de Asia Central, sin embargo, su domesticación se realizó en varios lugares del mundo de manera independiente. Actualmente se produce con éxito en climas templados y secos, e incluso, en zonas con características subtropicales, no teniendo éxito su producción en condiciones con exceso de humedad y altas temperaturas, según Castillo (1999).

Hanelt, (1990); indica que la cebolla (*Allium cepa* L.) pertenece a la clase de las Monocotiledóneas, familia Alliaceae; género *Allium*. Maroto (1994); reporta que es una planta bianual que, en condiciones normales, se cultiva como anual para recolectar sus bulbos y, cuando se persigue la obtención de semillas, como bianual.

2.2 Importancia económica y distribución geográfica

Es un cultivo muy extendido por todo el mundo, ya que existe una gran cantidad de variedades que se adaptan a distintas condiciones climáticas y edáficas. A pesar de ello no todos los países cubren sus necesidades, y requieren de importar una parte de su consumo.

La superficie total plantada de cebolla en el mundo asciende a más de 2 millones de hectáreas, produciéndose 32.5 millones de toneladas. En la Unión Europea se producen anualmente unos 3 millones de toneladas de esta hortaliza, en 95.000 ha de superficie. Europa es el único continente productor que importa (1.600.000 ton) bastante más de lo que exporta (1.100.00 ton). Los grandes importadores de cebolla europeos (Francia y Alemania) están incrementando rápidamente su producción. En Alemania la producción de cebolla aumenta a un ritmo del 5 por ciento.

Fuera de Europa, países como China están incrementando la producción. En los últimos cinco años, Nueva Zelanda ha triplicado su producción. En América, los principales países productores son: México, Ecuador y Paraguay.

Cuadro 2.1 Principales productores de cebolla en América, (Oeidruss, 2009).

Países	Producción de cebollas (toneladas, 2009)
México	1 130 664
Ecuador	105
Paraguay	12

La producción de cebolla es una de las más importantes en México, en el año 2004 se sembraron bajo condiciones de riego 12,569 ha. de las que se obtuvo una producción nacional de 377,846 ton. Esta producción ha sido superada tan solo por cultivos como papa, jitomate y chile, según la SAGARPA (2004).

Esta hortaliza se ha extendido en la mayor parte del país, Oeidruss (2009); indica que los estados que tienen mayor producción son: Baja California, Chihuahua, Tamaulipas, Michoacán, Zacatecas y Guanajuato.

El suministro de la cebolla es constante en la mayoría de los países a lo largo de todo el año debido: al comercio mundial, técnicas de cultivo y almacenamiento. El precio tiende a oscilar de un año a otro por lo que la producción es una inversión muy arriesgada. Los productores poco pueden hacer para controlar el mercado y estabilizar los precios.

2.3 Clasificación taxonómica

Reino Vegetal

División Tracheophyta

Clase Angiospermae

Sub-clase Monocotyledoneae

Orden Liliales

Familia Liliaceae

Sub-familia Alloidea

Tribu Lilioideae

Género *Allium*

Especie *cepa* L

2.4 Clasificación agronómica

Existen variadas formas de clasificar y agrupar las cebollas, según diferentes parámetros morfológicos, algunos de ellos, como señala Maroto (1994), son abundancia de follaje, forma del bulbo, dimensiones del bulbo, color y consistencia; además de otros parámetros, como precocidad en la formación del bulbo, necesidad de fotoperiodo para la bulbificación, resistencia a la emisión de vástago floral, aptitud de conservación, sabor del bulbo y contenido de materia seca.

Giaconi y Escaff, (1993); mencionan que las cebollas se clasifican como de día corto, intermedio y largo, lo cual solo representa una forma comercial de clasificación, ya que fisiológicamente la cebolla es una planta que requiere de días largos para la formación de bulbos.

2.5 Descripción botánica

La cebolla es una planta bianual, monocotiledónea, de la cual se desarrolla el bulbo, que es la parte comestible, en su primera etapa de crecimiento, y los vástagos o tallos florales en la segunda etapa.

2.5.1 Raíz

Miguel y López, (1987); indican que las raíces se profundizan en un rango de 30 a 60 cm. las raíces son poco divididas, provistas de pelos radicales en el tercio medio inferior (Ver figura 2.1)



Figura 2.1 Raiz del cultivo de cebolla

2.5.2 Tallo verdadero

Miguel y Lopez, (1987); señalan que el tallo es una corta porcion de planta que toma la forma de cono invertido donde nacen las raices en corona a la vez que va creciendo en anchura; en el centro del tallo esta el ápice donde se forman las nuevas hojas. Guenkov, (1974); menciona que el tallo verdadero alcanza una altura de 0.5 cm y 1.5 cm a 2.0 cm de ancho (Ver figura 2.2)



Figura 2.2 Tallo verdadero del cultivo de cebolla

2.5.3 Falso tallo

Las hojas de la cebolla crecen sucesivamente, de manera que cada hoja más joven pasa por la vaina de las hojas ya crecidas. Así, el falso tallo se constituye por un conjunto de vainas cilíndricas que forman parte del follaje de la planta. Por consiguiente, es una formación foliar y no tiene nada que ver con el tallo verdadero, según Guenkov (1974).

(Ver figura 2.3)



Figura 2.3 Falso tallo del cultivo de cebolla

2.5.4. Tallo floral

El tallo floral termina en un escapo y llega alcanzar una altura de 1 a 2 m. según reporta Brewester (1994).

Shinohara, (1989); indica que dependiendo de la variedad, tamaño y almacenaje de los bulbos madres y el tiempo de la plantacion, una planta puede desarrollar de 1 a 20 tallos florales (Ver figura 2.4)



Figura 2.4 Tallo floral del cultivo de cebolla

2.5.5 Hojas

Guenkov, (1974); menciona que las hojas son tubulares y huecas, están constituidas por la vaina y el limbo. La planta llega a formar de 10 a 30 hojas, con longitud promedio de 40 cm (Ver figura 2.5)



Figura 2.5 Hojas del cultivo de cebolla

2.5.6 Inflorescencia y flor

La inflorescencia de la cebolla es una umbela, describe Guenkov, (1974); dicha umbela se caracteriza porque los pedicelos de sus flores son casi de la misma longitud y emergen de un mismo lugar, el número de flores por umbela varía de 200 a 1000.

Las flores en su mayoría son de color lila o cercanas al blanco. Como resultado del retraso en la receptibilidad del estigma, la polinización cruzada es favorecida, indica Pike (1986).

Brewster, (1994); menciona que el 75 o 90 % de semillas resultan de la polinización cruzada en los campos de producción de semillas (Ver figura 2.6)



Figura 2.6 Inflorescencia y flor del cultivo de cebolla

2.5.7 Bulbo

El bulbo esta formado por hojas modificadas llamadas “escamas”, cuyo tamaño depende del fotoperiodo, temperatura, tamaño de la planta y fertilizante nitrogenado, indican Miguel y López (1987); (Ver figura 2.7)



Figura 2.7 Corte transversal del bulbo de la cebolla

2.5.8 Semilla

Davis, (1966); caracterizó la semilla externamente en forma de escudo, angular aplanada en la parte ventral y de color marrón muy oscuro. DeMason, (1990); hace referencia al embrión en forma semicircular en espiral o rizado, el cual se encuentra encerrado en el endospermo que es el tejido de reserva más importante de las semillas (Ver figura 2.8)

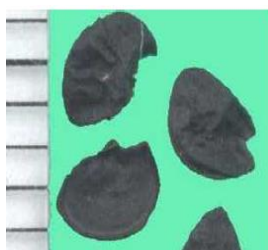


Figura 2.8 Semilla del cultivo de cebolla

Cuadro 2.2 Composición y valor nutrimental de la cebolla, según Enríquez, (1984)

Cuadro 2.2 Composición y valor nutrimental de la cebolla (100g⁻¹)			
Energía	25 Kcal	Calcio	60 mg
Proteínas	1.7 g ⁻¹	Fosforo	33 mg

2.6 Fases de desarrollo

La primera fase de crecimiento herbáceo se inicia con la germinación, formándose una planta provista de un tallo muy corto o disco, en el que se insertan las raíces y en el que existe un meristema que origina progresivamente hojas. Según Maroto, (1994); en esta fase la planta desarrolla ampliamente su sistema radicular y foliar.

En la segunda fase, Maroto, (1994); indica que la formación de bulbos, inicia una vez que cesa la formación de follaje, y la planta inicia la movilización y acumulación de reservas en la base de las hojas, esto es ocasionado por el estímulo de días largos. Komochi, (1990); menciona que paralelamente, se produce una síntesis muy intensa de glucosa y fructosa que van siendo acumulados en el bulbo.

La tercera fase o de reposo vegetativo es en la que el bulbo maduró, está en latencia y la planta no se desarrolla, describe Maroto (1994).

Castillo, (1999); hace referencia que la cuarta fase se produce en el segundo año del cultivo, comienza con la floración y termina con la producción de semillas. Se produce una vez lograda la inducción floral por efecto de bajas temperaturas. Durante el desarrollo floral, el ápice comienza a elongarse y a dar forma al escapo floral. El escapo es hueco, cilíndrico y más grueso en su parte media. En el extremo, se genera una umbela con pétalos blanco azulados.

2.7 Requerimientos fotoperiódicos

La formación de bulbos en la cebolla requiere fotoperiodos largos, en general, la necesidad varía entre 12 y 16 horas luz. Castillo, (1999); reporta que la formación del bulbo corresponde a la interacción entre fotoperiodo y temperatura.

Con fotoperiodos y temperaturas altas se acelera la formación de los bulbos, mientras que las temperaturas bajas la retrasan, pudiendo inducir incluso a la floración prematura. Con fotoperiodos cortos no hay formación de bulbos y, la planta solo forma raíces y hojas, es decir mantiene un desarrollo vegetativo según indica Maroto (1994).

2.8 Requerimientos edafoclimáticos

Temperatura, es una planta de climas templados, aunque en las primeras fases del cultivo tolera temperaturas por debajo de 6°C; para la formación y maduración del bulbo, requiere temperaturas más altas y días largos. La temperatura óptima se encuentra entre los

15°C- 27° C. cumpliéndose en primavera para las variedades precoces o de día corto, y en verano-otoño para las tardías o de día largo.

Suelo; pueden cultivarse con éxito en la mayoría de los suelos fértiles, prefiere suelos sueltos, sanos, profundos, ricos en materia orgánica, de consistencia media y no calcárea, el pH óptimo se encuentra entre 6 y 7. En terrenos pedregosos, poco profundos, mal labrados y en los arenosos pobres, los bulbos no se desarrollan bien y adquieren un sabor fuerte.

El rendimiento de las semillas es disminuido por la salinidad del suelo, ya que es una de las plantas más sensible a este. El intervalo para repetir este cultivo en un mismo suelo no debe ser inferior a tres años, los mejores resultados se obtienen cuando se establece en terrenos no utilizados anteriormente para cebolla, no deben cultivarse las cebollas en tierras recién estercoladas, debiendo utilizarse las que se estercolaron el año anterior.

Humedad; este cultivo es muy sensible al exceso de humedad, los cambios bruscos pueden ocasionar el agrietamiento de los bulbos. Una vez que las plantas han iniciado el crecimiento, la humedad del suelo debe mantenerse por encima del 60 por ciento del agua disponible en los primeros 40 cm del suelo.

El exceso de humedad al final del cultivo repercute negativamente en su conservación. Se recomienda que el suelo tenga una buena retención de humedad en los 15-25 cm.

superiores del suelo. El déficit hídrico en el último periodo de la vegetación favorece la conservación del bulbo, pero confiere un sabor más acre, según Pérez (2013).

2.9 Sustratos

Ansorena, (1994); define a los sustratos como la composición de un material sólido distinto del suelo, las cuales pueden ser suelos minerales u otros componentes inorgánicos, hasta materiales orgánicos naturales o sintéticos, pasando por mezclas de ambos tipos de ingredientes, en proporciones variables. Los sustratos se clasifican en orgánicos e inorgánicos o inertes. Sin embargo esta última denominación se refiere principalmente a su estabilidad química o resistencia a la descomposición. Dentro de los clasificados como inertes tenemos a la vermiculita, perlita, zeolita, etc.

El mejor medio de cultivo depende de un sinnúmero de factores, como son: el tipo de material vegetativo que se va a emplear, por ejemplo: tipo de semilla, medios de sustratos disponibles.

Urrestarazu, (1997); describe que para poder obtener una mejor respuesta durante la germinación, crecimiento y una buena producción radicular, los sustratos deben de contar con las siguientes propiedades:

A) **Propiedades químicas**

- Suficiente nivel de nutrientes asimilables
- Baja salinidad
- Mínima velocidad de descomposición.
- Baja capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.)
- Capacidad para mantener constante el pH.

B) **Propiedades físicas**

- Baja densidad aparente
- Elevada capacidad de retención de agua
- Elevada porosidad
- Suficiente suministro de aire
- Estructura estable, que impida la contracción del medio.

C) **Otras propiedades**

- Bajo costo
- Fácil de mezclar

- Que no sea un sustrato contaminado (semillas, nematodos, sustancias fitotóxicas y otros patógenos).
- Que sea fácil de producirla y exista la materia prima para hacerlo.
- Que exista estabilidad de sustrato en caso de que se requiera desinfección.
- Resistencia a cambios físicos, químicos y ambientales.

El uso de los sustratos es comúnmente más empleado en la producción de plántulas. La principal razón de utilización de estos materiales es para obtener un crecimiento y desarrollo rápido, además de que nos proporcionan un contenido exacto de los nutrientes y facilitan la mezcla con otros materiales para el complemento de los nutrientes, en caso de algunos sustratos que no cuenten con ello.

2.10 Perlita

La perlita es un material de procedencia volcánica que se expande mediante un proceso de calentamiento a 1.000-1.200°C. Químicamente está compuesto por sílice y óxidos de aluminio, hierro, calcio, magnesio y sodio. La granulometría del material, una vez procesado, es muy variable y sus propiedades físicas varían de acuerdo a los porcentajes de cada uno de los rangos de tamaños considerados.

En lo referente a las propiedades químicas, la perlita puede considerarse como un sustrato prácticamente inerte, con nula C.I.C. y pH ligeramente alcalino y de fácil neutralización por su buena inercia química.

Entre las ventajas cabe destacar la estabilidad de la estructura, la capilaridad, la baja densidad y la buena relación aire/agua, si se eligen granulometrías adecuadas.

2.11 Fertilización foliar

La hoja tiene la función específica de ser la fábrica de los carbohidratos, pero por sus características anatómicas presenta condiciones ventajosas para una incorporación inmediata de los nutrientes a los fotosintatos y la translocación de estos a los lugares de la planta de mayor demanda. El abastecimiento de los nutrientes a través del suelo está afectado por muchos factores de diferentes tipos: origen del suelo, características físicas, químicas y biológicas, humedad, plagas y enfermedades.

Bear, 1965; Plancarte, 1971, Trinidad *et al.*, (1971); consideran que existen casos en que la fertilización foliar sea más ventajosa y eficiente para ciertos elementos, que la fertilización del suelo, y casos en que simple y sencillamente no sea recomendable el uso de la fertilización foliar.

La hoja es el órgano de la planta más importante para el aprovechamiento de los nutrimentos aplicados por aspersión. Según Tisdale *et al.*, (1985); mencionan que un nutrimento también puede penetrar a través del tallo, si este no presenta una suberización o lignificación muy fuerte; tal es el caso de las ramas jóvenes o el tallo de las plantas en las primeras etapas de desarrollo.

La hoja es un tejido laminar formado en su mayor parte por células activas (parénquima y epidermis) con excepción del tejido vascular (vasos del xilema que irrigan la hoja de savia bruta) y la cutícula que es un tejido suberizado o ceroso que protege a la epidermis del medio, menciona Bidwell (1979).

Desde el punto de vista de su estructura, las partes más importantes de una hoja del haz al envés son: la cutícula, epidermis superior, parénquima de empalizada, parénquima esponjoso, tejido vascular (integrado por células perimetrales, xilema, floema y fibras esclerenquimatosas), epidermis inferior y cutícula inferior. En el envés, en muchos casos existe una capa espesa de vellos, que dificulta el acceso de soluciones nutritivas, hasta la epidermis como ocurre en la hoja de aguacate.

Fisiológicamente la hoja es la principal fábrica de fotosintatos. De aquí la gran importancia de poner al alcance de la fábrica los nutrimentos necesarios que se incorporen

de inmediato a los metabolitos, al ser aplicados por aspersión al follaje. Pero la fertilización foliar no puede cubrir aquellos nutrimentos que se requieren en cantidades elevadas.

La fertilización foliar, indica Franke, (1986); debe utilizarse como una práctica especial para complementar requerimientos nutrimentales o corregir deficiencias de aquellos nutrimentos que no existen o no se pueden aprovechar eficientemente mediante la fertilización al suelo.

La fertilización foliar puede ser útil para varios propósitos tomando en consideración que es una práctica que permite la incorporación inmediata de los elementos en los metabolitos que se están generando en el proceso de fotosíntesis. Algunos de estos propósitos se indican a continuación:

- Corregir las deficiencias nutrimentales que en un momento dado se presentan en el desarrollo de la planta
- Corregir requerimientos nutrimentales que no se lora cubrir con la fertilización común al suelo
- Abastecer de nutrientes a la planta que se retienen o se fijan en el suelo
- Mejorar la calidad del producto
- Acelerar o retardar alguna etapa fisiológica de la planta

- Hacer eficiente el aprovechamiento nutrimental de los fertilizantes
- Corregir problemas fitopatológicos de los cultivos al aplicar cobre y azufre,
- y respaldar o reforzar la fertilización edáfica para optimizar el rendimiento de una cosecha.

Estos puntos indican que la fertilización foliar debe ser específica, de acuerdo con el propósito y el problema nutrimental que se quiera resolver o corregir en los cultivos según expone Rodríguez (1997).

2.12 Fertilizantes orgánicos

Son sustancias de origen animal, vegetal o mixto que se añaden foliarmente o al suelo, con el fin de mejorar la condición nutrimental de la planta y fertilidad del suelo. Se constituye una técnica muy eficaz. Que aporta nutrientes e influye sobre la estructura del suelo y la planta incrementando la población de microorganismos.

Sagal, (2003); los define como productos que tienen el propósito de valorizar al máximo las reservas bioquímicas y fisiológicas de la planta, con el fin de facilitar la superación de los periodos más críticos de su desarrollo y obtener mayor rendimiento en la producción con una mejor calidad.

Los fertilizantes orgánicos aplicados foliarmente son capaces de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, como un adecuado enraizamiento, acción sobre el follaje, mejorar la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, incidiendo en un aumento significativo de las cosechas, refiere Suquilandia (2003).

Japón, (1982); hace énfasis a la fertilización, como una gran influencia en el rendimiento y la vida de anaquel, la cebolla reacciona bien a la fertilización nitrogenada, siempre y cuando esta se adicione en cantidades adecuadas y antes de la formación del bulbo.

La concentración que tiene los nutrientes en la solución de aspersión foliar varía en función al nutriente, al cultivo y a la etapa fenológica en cuestión empleando por lo general flujos de aplicación reducidos para evitar causar daños sobre el follaje, reporta CFA (1995).

Arjona, (1998); expone que a pesar de que la cebolla de bulbo es un cultivo de importancia en el país, su nivel tecnológico es bajo y en muchos casos los sistemas de producción son ineficientes, lo cual contribuye a incrementar los costos de producción. Así, por ejemplo, la fertilización se hace de forma empírica y las dosis, las fuentes y el momento de aplicación no son siempre las más indicadas.

2.13 Lombricultura

En todo el mundo la especie más recomendada para la producción en cautiverio es la “*Eisenia foetida* L.” también conocida como lombriz californiana o roja californiana. Las lombrices rojas “californianas” fueron criadas intensivamente a partir de los años 50 en EEUU, indica Ferruzi (1986).

Esta lombriz es originaria de Eurasia (Europa). En la actualidad es la especie más cultivada en el mundo entero, dada su rusticidad, tolerancia a los factores ambientales (pH, temperatura, humedad), potencial reproductor y capacidad de apareamiento (www.ofertasagricolas.cl/articulos).

Conceptos generales de *Eisenia foetida* L. según Ferruzi, (1986).

- ❖ Es de color rojo oscuro
- ❖ Su temperatura corporal es de 19 y los 20°C
- ❖ Respira por medio de su piel y no tiene dientes
- ❖ pH de 6.5 a 7.5
- ❖ Humedad del 75 al 80%
- ❖ Mide de 6 a 8 cm de largo, de 3 a 5 milímetros de diámetro y pesa hasta aproximadamente 1.4 gramos

- ❖ No soporta la luz solar, una lombriz expuesta a los rayos del sol muere en unos pocos minutos.
- ❖ Vive aproximadamente unos 16 años y puede llegar a producir, bajo ciertas condiciones, hasta 1.300 lombrices al año.
- ❖ En cada metámero se ubican 5 pares de corazones y un par de riñones.

Características externas

Ferruzi, (1986); reporta que la lombriz roja adulta consume la cantidad de comida equivalente a su peso por día; excretando el 60% y el 40% restante lo utiliza para su sustentabilidad. Al nacer las lombrices son blancas, transcurridos 5 o 6 días se ponen rosadas y a los 120 días toman el color rojizo común de una lombriz adulta y está en condiciones de aparearse.

2.14 Líquido de lombriz

El líquido de lombriz es la destilación de los lechos (camas) de lombriz al momento del riego. Algunas de las ventajas del líquido de lombriz, se mencionan a continuación: (www.agroforestalsanremo.com/humus_liq).

- Incrementa la biomasa de microorganismos presentes en el suelo.
- Estimula un mayor crecimiento radicular.
- Incrementa la clorofila en las plantas.

- Reduce la conductividad eléctrica, característica de los suelos salinos.
- Mejora el pH de los suelos ácidos.
- Aumenta la producción en los cultivos.
- Disminuye la actividad de los chupadores áfidos.

2.15 Harina de lombriz

Otro medio de explotación de este anélido es la harina de lombriz, para la realización de la harina de lombriz es necesario realizar la separación de las lombrices de su medio, empleando una malla de alambre tejido, luego se deberán bañar repetidamente hasta desinfectar es decir, eliminar todas las posibles bacterias y hongos, reporta Yague (2007).

Para finalizar el proceso, deberán ser secadas al sol y posteriormente molidas, creando la harina, la cual tiene un aspecto de color amarillento y posee entre un 60 y 62% de la proteína animal.

Para poder producir un kilogramo (1) de harina es necesario utilizar entre ocho y diez kilogramos (8-10) de lombrices vivas.

La harina de lombriz se caracteriza por un elevado contenido de proteínas (>60% p/p, 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 rica en proteínas se debe a que las lombrices se alimentan de desechos orgánicos, crecen a una alta velocidad y se multiplican rápidamente.

Vielma *et al.*, (2003) exponen la importancia que tiene el prejuicio cultural y la falta de información de los beneficios que presenta esta lombriz, son los que no han permitido su utilización oficial en el campo alimenticio humano.

El contenido proteico de harina de lombriz la ubica como una de las materias primas de mayor calidad encontradas y además una de las fuentes de proteína que es producida de una manera sostenida pues la mayoría de lombricultivos son establecidos son establecido mediante el uso de materia orgánica producida en plazas de mercado, subproductos de cosecha y estiércoles de algunos animales, contribuyendo de esta manera al recicle de desechos agrícolas y pecuarios. Las lombrices tienen la posibilidad de transformar en carne de alto valor proteico los desechos orgánicos.

Diferentes estudios, han mostrado que la harina de lombriz es una fuente de proteína que se puede usar en la alimentación animal como en la avicultura tanto en pollos de engorde, como en gallina de huevo, igualmente para producción porcicola, mostrando interesantes rendimientos económicos, según expone Ibáñez (1993).

3. MATERIALES Y MÉTODO

3.1 Localización geográfica del sitio experimental

El presente trabajo se realizó atrás del edificio del Departamento de Ciencias del Suelo 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.

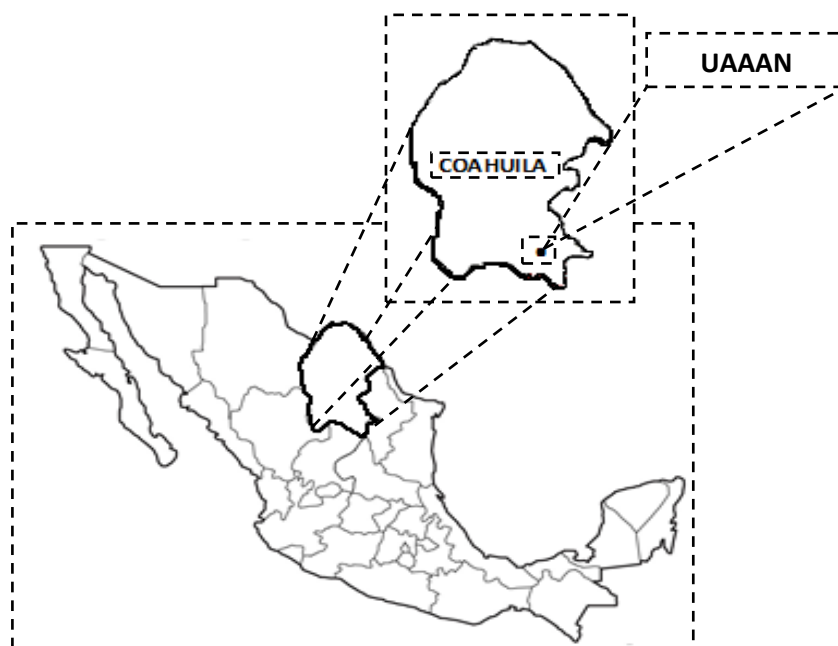


Figura 3.1 Localización geográfica del sitio experimental

Este trabajo se realizó en campo y laboratorio; el trabajo de campo consistió en la germinación y fertilización foliar del cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) con líquido de

lombriz y harina de lombriz (*Eisenia foetida* L.) el cual se realizó atrás del edificio del Departamento de Ciencias del Suelo de la UAAAN Unidad Saltillo.

3.2 Materiales

Para la realización del proyecto se ocuparon materiales de campo y de laboratorio disponibles dentro de la misma Universidad, los cuales son:

3.2.1 De campo

- Quiotes de maguey (*Phragmites communis*)
- Plástico de polietileno
- Alambres
- Estiércol de bovino
- Lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* L.)
- Agua
- 2 Recipientes de un galón
- 1 Charola de germinación de 200 cavidades
- Plumón permanente
- Tijeras

3.2.2 De laboratorio

- Estufa de secado MAPSA Modelo HDP-334
- Charolas de aluminio
- Medidor de pH Testr 1
- Conductivimetro Orion modelo 105
- Cloro
- Pipetas
- Probetas
- Vernier electrónico
- Bata de laboratorio
- Regla
- Balanza analítica Bosh (cap. 200gr)
- Balanza Ohaus cap. 300 gr

3.3 Metodología

3.3.1 Contenedor para cría de lombriz y recolección de líquido de lombriz

Se construyó una base de madera sostenida con pilares de quiotes de 2m x 1m x 1m, utilizando alambre para darle firmeza a la construcción, y se recubrió con plástico de

polietileno para depositar el estiércol de bovino y darle acondicionamiento en características como: humedad (70 – 80%), pH (6.5 – 7.5) y una conductividad eléctrica alrededor de 3.0 dS/m⁻¹, para la posterior incorporación de *Eisenia foetida* L.

Por debajo de la base se colocaron recipientes en plástico de un galón de capacidad para la obtención del líquido de lombriz experimental. Los parámetros mostrados por este material fueron: pH de 7.0 y conductividad eléctrica de 3 dS/m⁻¹.

3.3.2 Recolección, lavado y secado de adultos de lombriz

A los tres meses de la inoculación, en forma manual, se realizó la recolección de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* L.) del contenedor de crecimiento. Se les sumergió en agua potable con un enjuague final en agua destilada. Luego se les depositó en charolas de aluminio para secarlas a la estufa a una temperatura de 60°C durante 72 horas en el laboratorio de Pedología del Departamento de Ciencias del Suelo.

3.3.3 Molienda de adultos de lombriz

Se utilizó un mortero para moler las lombrices deshidratadas y así, obtener la harina de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* L). La cual tenía un color amarillento y de textura muy suave, se obtuvo 22.3 gr de harina. (Ver figura 3.2)



Figura 3.2 Harina de lombriz

3.3.4 Acondicionamiento de charolas de germinación

Se utilizaron charolas de germinación de 200 cavidades. Estas charolas fueron cortadas en piezas de 5 cavidades de manera lineal, y enumeradas del 1 al 5 con sus respectivas repeticiones y tratamientos.

3.3.5 Siembra de semillas

Antes de sembrar, se procedió a humedecer el sustrato de forma subsuperficial. Se utilizó perlita como sustrato y se agregaron 3 semillas por cavidad para asegurar el 100 % de germinación.

Al tener el 95% de brotación se procedió a realizar el aclareo, dejando una plántula por cavidad con la ayuda de una tijera desinfectada.

3.3.6 Tratamientos

Para este experimento se montaron 8 tratamientos y 5 repeticiones por tratamiento, como sigue (Cuadro 3.1). (Ver figura 3.3)



Figura 3.3 Semillas de cebolla germinadas

Cuadro 3.1 Cuadro de contenido por cada tratamiento

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
1	100 % agua potable
2	100 % liquido de lombriz
3	1 gr de harina + 1 litro de agua
4	2 grs de harina + 1 litro de agua
5	3 grs de harina + 1 litro de agua
6	1 gr de harina + 1 litro de líquido de lombriz
7	2 grs de harina + 1 litro de líquido de lombriz
8	3 grs de harina + 1 litro de líquido de lombriz

3.3.7 Acondicionamiento de área experimental

Se limpió una de las camas que se encuentran al sur del Departamento de Ciencias del Suelo; donde se adaptó un techado en forma de microtúnel con apoyo de alambres que

sirvieron como pilares del plástico de polietileno, esto para evitar daños severos al cultivo por factores climáticos.

Bajo este recubrimiento, se emparejó la superficie edáfica cubriendo con plástico impermeable, llenando con agua potable de unos cinco centímetros de profundidad y depositando las charolas de germinación sobre esta capa de agua, humedeciendo por capilaridad las semillas.

3.3.8 Aplicaciones foliares

A las dos semanas, después del 95% de la germinación, se realizó la primer aplicación foliar de los tratamientos, utilizando un atomizador por cada tratamiento. La cantidad aplicada a cada plántula fue la necesaria para el completo humedecimiento de toda el área foliar. Inmediatamente antes de esta primera aplicación foliar se tomó una medición testigo a las variables bajo investigación. Posteriormente a cada semana se estuvieron realizando las aplicaciones foliares de las soluciones nutritivas (tratamientos). (Ver figura 3.4)



Figura 3.4 Aplicación de fertilizantes foliares

3.3.9 Mediciones

Para cada ocasión en que se realizaban las mediciones, se escogían tres plántulas al azar, de cada tratamiento. Cada plántula era lavada muy bien con agua potable antes de su procesamiento.

3.3.10 Variables evaluadas

Diámetro de tallo (DT). Con un vernier electrónico, se realizaron las lecturas del diámetro del tallo (falso tallo). (Ver figura 3.5).



Figura 3.5 Medición del diámetro de tallo

Altura de planta (AP). Esta variable se estuvo leyendo con apoyo de un vernier electrónico, haciendo el corte entre la raíz y la parte aérea de la plántula. La lectura fue tomada desde donde iniciaban las raíces hasta el ápice de la hoja más larga. (Ver figura 3.6)



Figura 3.6 Medición de la altura de planta

Longitud de raíz (LR). La lectura se tomó extendiendo longitudinalmente la raíz, con apoyo de un vernier electrónico. (Ver figura 3.7)



Figura 3.7 Medición de la longitud de raíz

Peso fresco total (PFT). Se eliminaron los excesos de perlita y agua superficial, y se procedió a pesar la parte aérea más raíz en una balanza analítica (gr), teniendo cuidado en el manejo para evitar cualquier error en la lectura. (Ver figura 3.8)



Figura 3.8 Medición del peso fresco total

Peso seco total (PST). Una vez realizado la toma de datos de las cuatro variables anteriores, se colocaron las plántulas sobre papel estroza, debidamente ordenadas, para meterlas a la estufa de secado a una temperatura de 65°C durante 48 horas. Se estuvo monitoreando hasta observar que las plántulas estaban deshidratadas y de esta manera, tomar el dato de PST en la balanza analítica (gr) (Ver figura 3.9)



Figura 3.9 Medición del peso seco total

A partir de esta primera aplicación foliar, los tratamientos se estuvieron aplicando cada 8 días. Antes de la aplicación de cada tratamiento, se realizaba la recolección de las

muestras correspondientes para llevarlas al laboratorio y registrar los datos. El total de aplicaciones y muestreos fue de cuatro.

3.3.11 Arreglo experimental

La distribución del experimento, fue de acuerdo al Diseño Experimental Completamente al Azar, con arreglo factorial A x B, donde: A son las 4 fechas en que se tomaron los datos de las variables y el factor B representa los ocho tratamientos que se aplicaron foliarmente al cultivo de cebolla.

El análisis de varianza (ANVA) y la prueba de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) fue con el paquete estadístico para computador R versión 3.1.1., R Core Team, (2014).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Análisis de varianza

En el Cuadro 4.1 se muestran los cuadrados medios y las significancias de las diferentes características evaluadas durante el desarrollo del experimento.

Primeramente, para la fuente de variación tratamientos, dos de las variables referentes al desarrollo de la plántula mostraron diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$), observando para las tres variables restantes: diámetro de tallo, altura de planta y peso fresco total que no existe diferencia estadística significativa durante el mes de evaluación a campo abierto; lo cual aparentemente se debe a que fue muy corto el periodo de evaluación y el efecto del clima, teniendo como temperaturas promedio, durante el tiempo de evaluación, una mínima de 6.6°C y máxima de 18.9°C.

Cuadro 4.1 Cuadrados medios y significancias para las diferentes variables evaluadas en el análisis de varianza en la fertilización foliar de cebolla (*Allium cepa* L.) con solución enriquecida con harina y líquido de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* L.)

F.V.	GL	Diám. tallo	Altura planta	Long. raíz	Peso fresco total	Peso seco total
Tratamientos	7	0.000 ^{NS}	1.420 ^{NS}	0.703*	0.000 ^{NS}	3.235*
EE	64	0.000	0.839	0.201	0.000	1.337
CV (%)		13.72	17.66	21.11	39.97	22.91

* = Significancia al 0.05 ^{NS} = No significativo

Heissen y Rodríguez (1998), señalan que para el desarrollo ideal de esta planta la temperatura se debe ubicar entre los 18 y 28°C y el óptimo para la formación de cogollos esta entre los 20 y 26°C. Además, afirman que el cultivo es muy sensible al frío y llega a paralizarse su crecimiento por debajo de los 8°C.

Como se observa en el cuadro anterior, este experimento presentó el valor más alto de 39.97 en la variable peso fresco total y 13.72 como valor más bajo para la variable diámetro de tallo; esto indica que algunas variables tuvieron una respuesta bastante aceptable bajo las condiciones ambientales y de tratamientos aplicados, mientras que otras no tanto según consideran Steele y Torrie (1986).

4.2 Diámetro de tallo

Se puede observar en la Figura 4.1 que no se presenta diferencia estadísticamente significativa para esta variable. Sin embargo, numéricamente se aprecia que el tratamiento de contenido completo a base de líquido de lombriz mostró tallo de mayor diámetro en comparación con el que se usó solamente agua potable. Además, se aprecia que existe relación directa en los niveles de concentración para los tratamientos a base de harina de lombriz más agua potable, mostrando mayor diámetro de tallo a mayor dosis de este material orgánico.

Para los tratamientos a base de diferentes concentraciones de harina más líquido de lombriz no se observa relación directa, aparentemente la harina de lombriz muestra

comportamiento positivo cuando trabaja solamente con agua potable a que cuando se combina con líquido de lombriz.

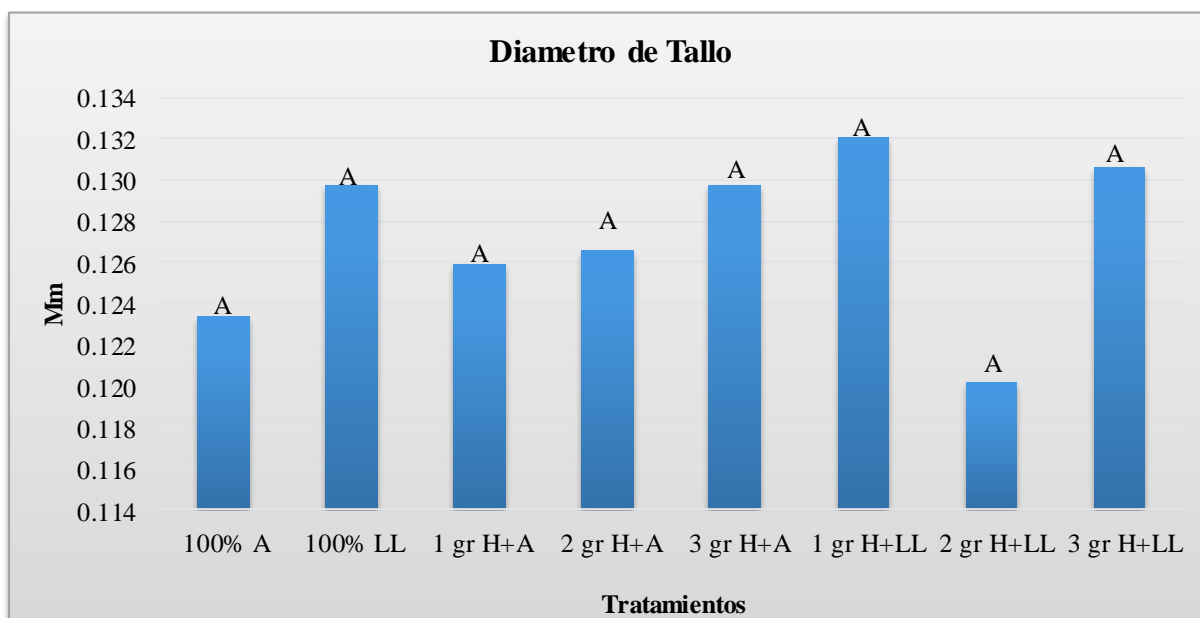


Figura 4.1 Diámetro de tallo en plántula de cebolla (*Allium cepa* L.) a las aplicaciones foliares enriquecidas con líquido de lombriz y con harina de lombriz

Aunque Mortense y Bullard, (1967); nos dicen que a medida que se incrementa en tiempo (días) el bulbo aumenta su diámetro; además de Suquilandia (2003), considera que los fertilizantes orgánicos aplicados foliarmente son capaces de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, como un adecuado enraizamiento, acción sobre el follaje, mejorar la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, incidiendo en un aumento significativo de las cosechas; este tipo de comportamiento del cultivo no alcanzó a ser manifiesto durante la investigación.

4.3 Altura de planta

Para esta variable no existe diferencia estadísticamente significativa. Sin embargo, se observa que el valor del tratamiento a base de solamente agua potable sobresale al compararse con el tratamiento donde se aplicó líquido de lombriz al 100%.

En los tratamientos a base de harina de lombriz más agua potable se aprecia que a menor concentración de harina se alcanza una mayor altura de planta, conforme la dosis de este material orgánico aumenta la altura de la planta decae y se mantiene ligeramente constante.

Numéricamente, la mayor altura de planta se obtuvo en el tratamiento a base de tres gr de harina más líquido de lombriz. Sin embargo, no existe relación directa en los niveles de concentración entre los tratamientos a base de harina con líquido de lombriz.

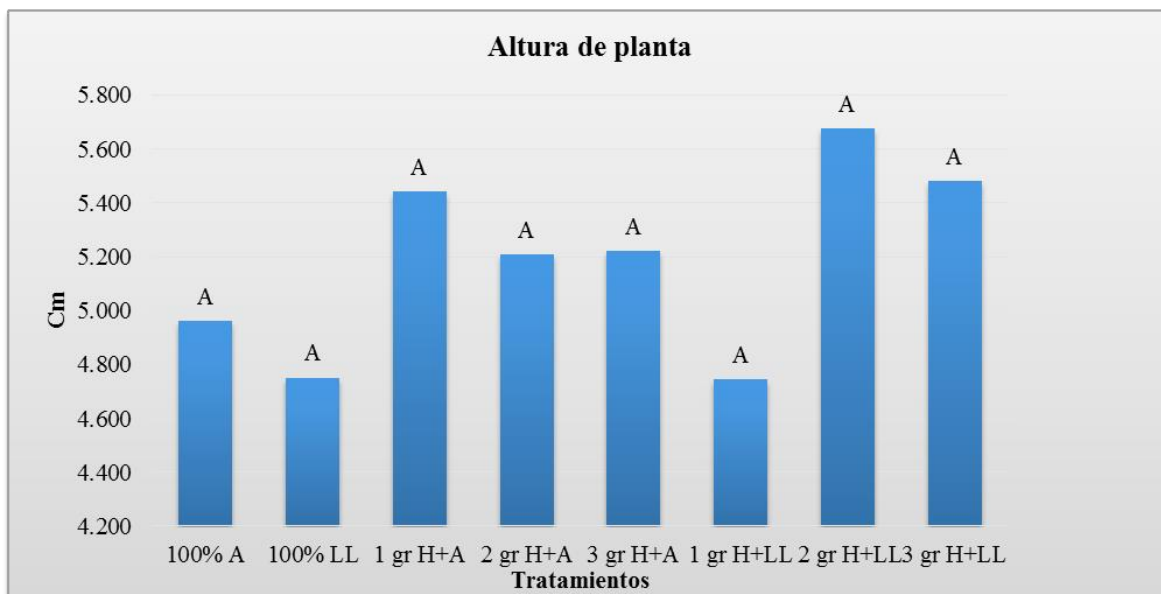


Figura 4.2 Altura de planta en cebolla (*Allium cepa* L.) a las aplicaciones foliares enriquecidas con líquido de lombriz y con harina de lombriz

Para el tratamiento a base de solamente agua potable muestra que el diámetro de tallo como la altura de planta se complementan, siguiendo así, un crecimiento y desarrollo de manera ascendente. Lo contrario sucede con el tratamiento completo a base de solo líquido de lombriz, donde la plántula muestra diámetro de tallo más fuerte y poca altura, donde se observa que no hay relación directa entre variables para este tratamiento.

A los tratamientos con diferentes dosis de harina de lombriz más agua potable, muestran diámetro de tallo más fuerte a medida que la concentración del material orgánico va en aumento, sin embargo la altura de planta no muestra este comportamiento, por lo cual, no hay relación directa entre variables.

Se observa, para los tratamientos a base de diferentes dosis de harina más líquido de lombriz, que no existe relación directa entre las variables diámetro de tallo y altura de planta, ya que el comportamiento del cultivo no muestra semejanzas.

4.4 Longitud de raíz

Como se observa en la Figura 4.3 la variable respondió positivamente a las aplicaciones foliares enriquecidas con líquido de lombriz y con harina de lombriz. Estadísticamente, no existe significancia en el tratamiento de solamente agua potable y el tratamiento a base de contenido completo de líquido de lombriz. Sin embargo, numéricamente se observa mayor longitud de raíz en el tratamiento a base de solamente líquido de lombriz con 2.2 cm.

El mayor valor para esta variable se encuentra en el tratamiento a base de tres gr de harina más agua potable con 2.510 cms. Se observa que a mayor concentración de este material orgánico la longitud de raíz aumenta. Aparentemente la respuesta es positiva conforme la dosis de harina se vaya acrecentando.

Para los tratamientos a base de harina más líquido de lombriz no muestra relación directa en cuanto a niveles de concentración de los materiales orgánicos en combinación.

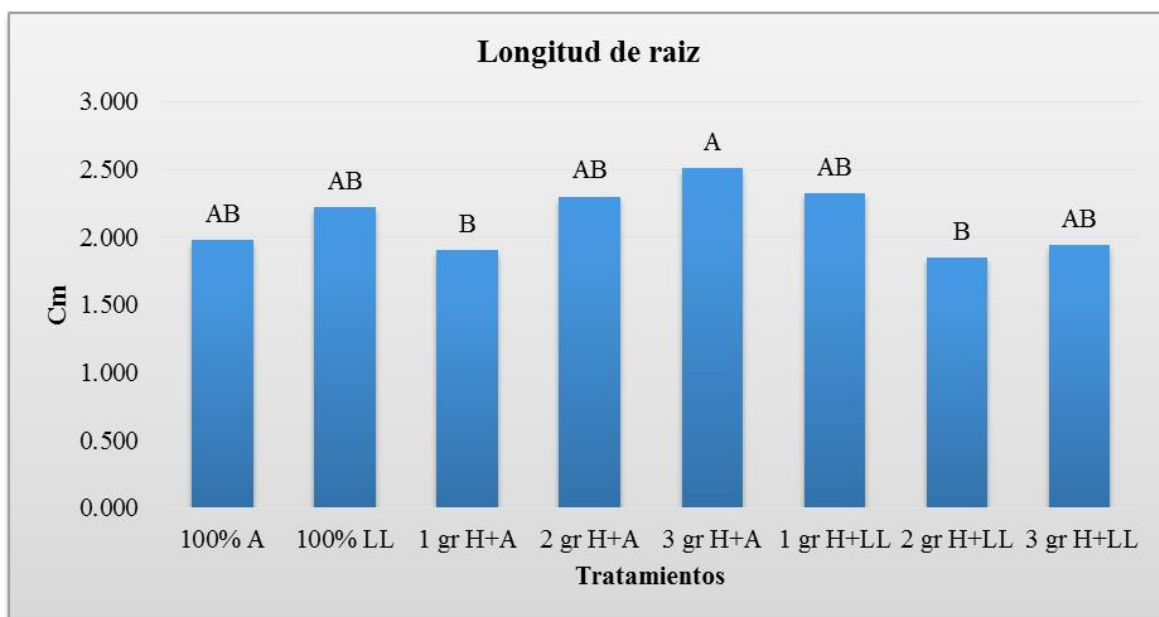


Figura 4.3 Longitud de raíz en plántula de cebolla (*Allium cepa* L.) a las aplicaciones foliares enriquecidas con líquido de lombriz y con harina de lombriz

Se observa que el tratamiento a base de tres gr de harina más agua potable aventaja al resto de los tratamientos, aunque no es una ventaja altamente significativa, lo cual posiblemente se debió a que estimulo los sistemas enzimáticos que intervienen en la producción de fitohormonas y por ende incrementaron el desarrollo radicular (Parr, 2001).

Moore *et al.*, (1987) mencionan que en el cultivar Brown Beauty en condiciones de campo, hallaron que la máxima tasa de elongación radicular se producía a los 90 días tras el establecimiento.

La variable longitud de raíz para el tratamiento completo a base de agua potable muestra una relación directa, no muy clara, entre las variables diámetro de tallo, altura de

planta y longitud de raíz, observándose valores normales para el continuo crecimiento del cultivo. En cuanto al tratamiento a base de solamente líquido de lombriz los valores difieren, no se muestra relación directa en el comportamiento entre las variables mencionadas.

Existe relación directa entre el desarrollo del diámetro de tallo y longitud de raíz, observándose respuesta positiva en ambas variables, caso contrario sucede con la altura de planta, donde no se observa relación clara en comparación de las dos mencionadas.

El comportamiento de la plántula de cebolla en los tratamientos de harina de lombriz más líquido de lombriz a diferentes concentraciones, no se muestra relación para las variables diámetro de tallo, altura de planta y longitud de raíz.

4.5 Peso fresco total

De acuerdo con el análisis estadístico no existe diferencia significativa. En cuanto a los tratamientos testigo se reportan valores semejantes.

Se observa mayor valor para peso fresco de planta conforme se eleva la concentración de harina de lombriz más agua potable. Caso contrario sucede al aplicar los tratamientos a base de harina más líquido de lombriz, ya que a menor concentración de harina se obtuvo mayor valor para esta variable y conforme la dosis aumenta el peso fresco disminuyó.

Numéricamente, se reporta que el tratamiento a base de un gr de harina más líquido de lombriz es donde se obtuvo el mayor peso fresco con 0.067 grs.

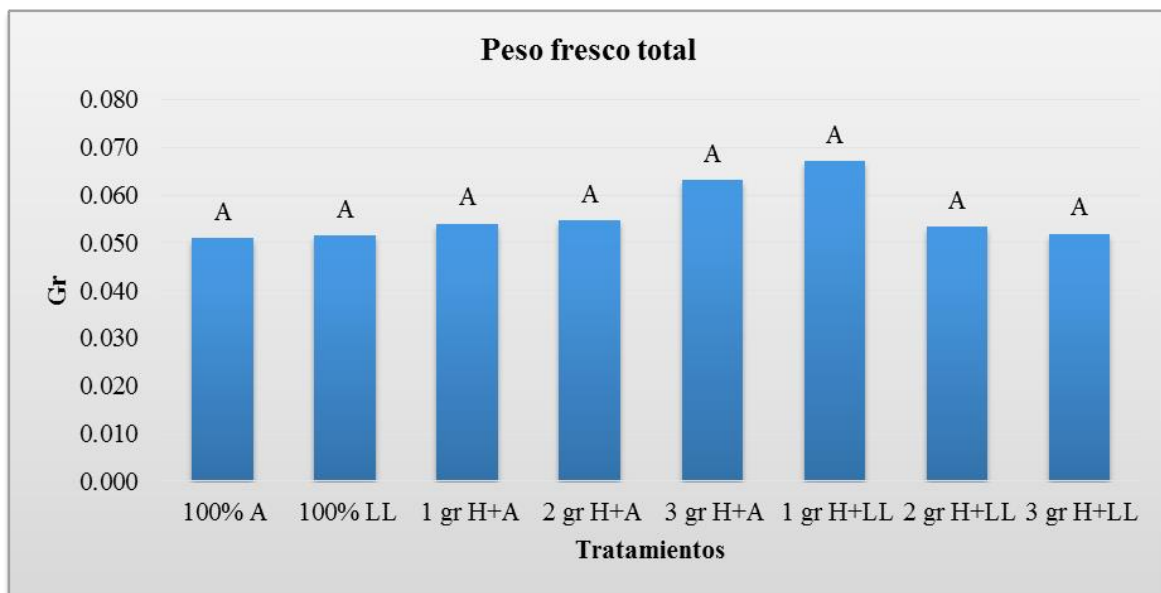


Figura 4.4 Peso fresco total en plántula de cebolla (*Allium cepa* L.) a las aplicaciones foliares enriquecidas con líquido de lombriz y con harina de lombriz

En cuanto a peso fresco total, diámetro de tallo y altura de planta se observa relación directa entre variables del tratamiento a base de solamente agua potable, mostrando longitud de raíz con un crecimiento positivo. Para el caso del tratamiento completo a base de líquido de lombriz, el desarrollo del cultivo no es muy claro, mostrando poca altura de planta, buen grosor del diámetro de tallo, buen peso fresco y buen desarrollo de raíz.

Para los tratamientos a base de diferentes concentraciones de harina de lombriz, se observa crecimiento del cultivo bastante positivo, en cuanto a las variables de diámetro de

tallos, longitud de raíz y peso fresco total, aparentemente, en la variable altura de planta, no se marca relación directa entre las variables mencionadas.

Se nota un comportamiento desigual para los tratamientos a base de diferentes concentraciones de harina de lombriz más líquido de lombriz. Por lo tanto, se deja ver que la combinación de materiales orgánicos en concentraciones altas abate los valores de las variables.

La concentración que tienen los nutrientes en la solución de aspersión foliar varía en función a la etapa fenológica, empleando, por lo general flujos de aplicación reducidos para evitar causar daños sobre el follaje, reporta CFA (1995).

Arjona, (1998); expone que a pesar de que la cebolla de bulbo es un cultivo de importancia en el país, su nivel tecnológico es bajo y en muchos casos los sistemas de producción son ineficientes, lo cual contribuye a incrementar los costos de producción. Así, por ejemplo, la fertilización se hace de forma empírica y las dosis, las fuentes y el momento de aplicación no son siempre las más indicadas.

4.6 Peso seco total

En la figura 4.5 muestra que para esta variable si existe diferencia significativa entre los tratamientos. Todos los tratamientos en los que se empleó adición de material orgánico

superaron estadísticamente al tratamiento a base de solamente agua potable. Además, se observa que el tratamiento de contenido completo a base de líquido de lombriz muestra mayor peso seco de planta en comparación al tratamiento a base de solo agua potable.

Se aprecia la relación que existe entre las dosis de concentración de harina más agua potable, genera mayor peso seco al aumentar las dosis de este material orgánico de modo que donde se empleó tres gr de harina de lombriz dio el valor superior de la variable con 0.006 grs. Un comportamiento, bastante similar, numéricamente, se aprecia cuando la harina de lombriz se combina con el líquido de lombriz.

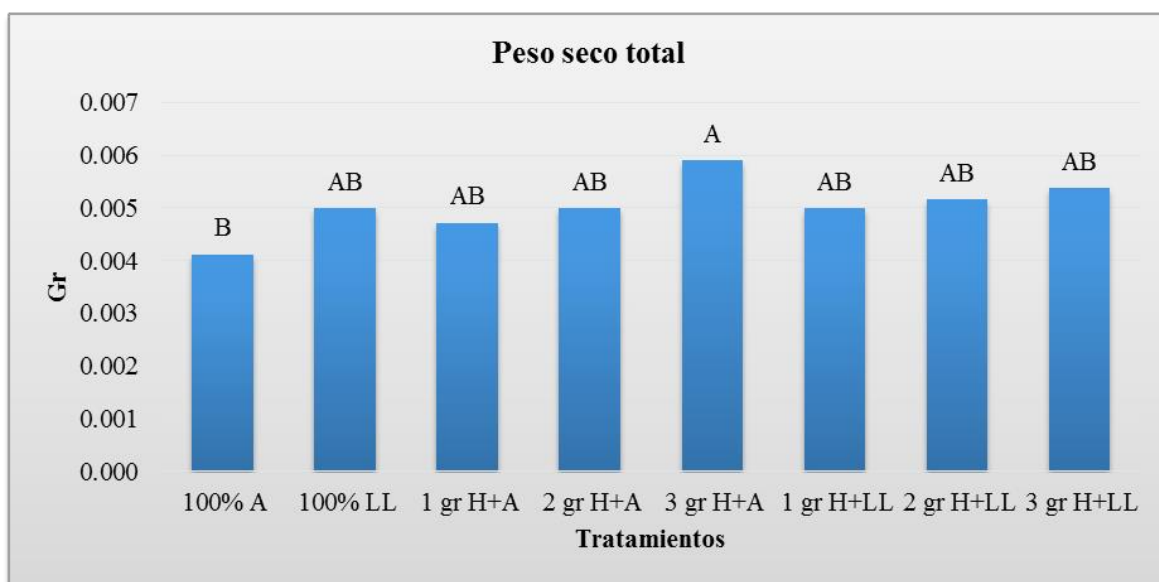


Figura 4.5 Peso seco total en plántula de cebolla (*Allium cepa* L.) a las aplicaciones foliares enriquecidas con líquido de lombriz y con harina de lombriz

La variable peso seco total muestra relación poco clara con las variables diámetro de tallo, altura de planta, diámetro de tallo y peso fresco total para el tratamiento a base de

solamente agua potable. En el tratamiento donde se aplicó solamente liquido de lombriz la variable peso seco total muestra relación directa con longitud de raíz; observándose poca relación el diámetro de tallo y peso fresco total, y poco desarrollo en la altura de planta.

Para los tratamientos a base de diferentes concentraciones de harina se muestra un buen comportamiento del cultivo en las variables de diámetro de tallo, longitud de raíz, peso fresco total y peso seco total, difiriendo, en la variable altura de planta, ya que muestra poco desarrollo aéreo.

En los tratamientos a base de diferentes concentraciones de harina más liquido de lombriz, el cultivo no sigue un desarrollo esperado, los valores de las variables no mantienen relación directa con respecto a los tratamientos. Sin embargo AGRO-FARM, (2000); menciona que el manejo de fertilizantes foliares es de vital importancia en los métodos de producción de cultivos, ya que son fuente de energía y reservas de nutrientes, requeridos en las actividades biológicas de la planta.

5. CONCLUSIONES

- ❖ Los tratamientos a base de diferentes concentraciones de harina más agua potable, mostraron valores con respuesta positiva al desarrollo del experimento, tanto entre variables como entre tratamientos. Lo contrario a los tratamientos a base de diferentes concentraciones de harina más líquido de lombriz.

6. RECOMENDACIONES

- ❖ Para investigaciones futuras sobre fertilización foliar se recomienda tener cuidado en la combinación de concentraciones altas de materiales orgánicos.
- ❖ Poco periodo del desarrollo del experimento.
- ❖ Las variables evaluadas fueron buenos indicadores para el análisis de los datos.
- ❖ Se generó información, ya que no se cuenta con abundante investigación en este campo del conocimiento.
- ❖ El tratamiento a base de solamente agua potable tuvo valores positivos en comparación al tratamiento completo a base de solo líquido de lombriz.

7. LITERATURA CITADA

- AGRO-FARM. CIA. LTDA. 2000. Sustancias húmicas. Guayaquil, Ecuador.
- Arjona, H. 1998. El cultivo de la cebolla de bulbo (*Allium cepa L.*). Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Ansorena, J.M. 1994. Sustratos, propiedades y características. Departamento de Agricultura y Espacios Naturales. Madrid, España. Pp. 12-15.
- Bear, F.E. 1965. Chemistry of soil. Second Edition. Reinhold Publishing Corporation. New York, N.Y. USA
- Bidweil, R.G.S. 1979. Plant physiology. MacMillan Publishing Inc. New York, USA.
- Brewster, J. 1994. Onions and vegetable Alliums, CAB International CANBRIDGE, UK. P. 236.
- California Fertilizer Asociation (CFA) 1995. Soil Improvement Committee. 1995. Manual de fertilizantes para horticultura. Editorial Limusa. México.
- Castillo, H. 1999. Aspectos ecofisiológicos del cultivo de cebolla. In: Tapia, M. El Cultivo de la Cebolla. Santiago, Universidad de Chile. Pp. 19-24.
- CEFP. 2011. Centro de Estudios de las Finanzas Públicas. Mensual de productos básicos. H. Cámara de Diputados. [En línea] <http://www.cefp.gob.mx/Analisis>
- DeMason, D.A. 1990. Morphology and anatomy of Allium. In: Rabinowitch, H.D. and J.L. Brewster., (Eds.). Onion and allied crops. CRC Press. Boca Raton, Florida. Pp. 27-52.
- El Agro, 1999. Diez años unidos en un solo Ecuador Agrícola. Revista Mensual. Edición de Aniversario. Guayaquil. Ec. Pp.12.

- Enríquez, M.R.M.R. 1984. El cultivo de la cebolla. Tesis monográfica licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. Mexico. Pág 8-55.
- E. Davis, 1966. An improved method of producing hybrid onions seed. Journal of Heredity. Pp. 55 - 57.
- Ferruzzi, C. 1986. Manual de Lombricultura. Primera edición. Mundi-prensa.
- Franke, W. 1986. The basis of foliar absorption of fertilizers with special regard to the mechanism. pp. 17-25.
- Giaconi, V. y Escaff, M. 1993. Cultivo de Hortalizas. Santiago, Editorial Universitaria. 332 p.
- G. Guenkov (1974). Fundamentos de horticultura. Instituto cubano del libro, la Habana, Cuba.
- Hanelt, P. 1990. Taxonomy, evolution and history. In: Rabinowitch, H.D. and J. L. Brewster. (eds.). Onion and allied crops. Vol. 1. CRC Press. Boca Raton, Florida. Pp: 1-26.
- Heissen, C, y Rodríguez R. 1998. Cultivos de Hortalizas. Centro Regional de Ayuda Técnica. (AID). Manual del Agricultor. Mx. p. 43.
- Miguel G. y López. M. (1987). Cultivo de cebolla de días cortos. Dirección General de Innovación y Tecnología Agraria. Valencia, España. P. 40.
- Ibáñez, I. 1993. Utilización de la Harina de Lombriz (*Eisenia foetida*), en alimentación de Broilers; Vol. 3. P. 19-23.
- Japón, Q., J. 1982. Cultivo extensivo de la cebolla. Ministerio de agricultura pesca y alimentación. Publicaciones de extensión agraria. Madrid España.

- Maroto, J. 1994. Horticultura herbácea especial. Madrid, Mundi-Prensa. Pp 611.
- Moore F.D; Wallner S.J; Ells J.E; Richwine P.A; Bosley D.B and McSay A.E. 1987. Timing of onion irrigations. Colorado State University. Agricultural Experiment Station. Technical Bullentin TB 87-1.
- Mortense y Bullard, 1967. Crecimiento del dulce usando la variable del tiempo. Págs.: 85.
- Oiedrus. 2009. Uso de tres compuestos orgánicos líquidos en la calidad de cebolla Tesis, Licenciatura, Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. México. Pp 7.
- Parr, J. 2001. Microbiología del suelo. Servicio de investigación agropecuaria. Departamento de Agricultura de los EE.UU. 12 p.
- Pérez, H. Mauricio 2013. Uso de tres compuestos orgánicos líquidos en la calidad de cebolla (*Allium cepa* L.). Tesis, Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. México. Pág 5-9.
- Pike, L. M. 1986. Onion breeding. In: basset, M.J. (ed.) breeding vegetable crops. AVI. Publishing company, inc. wesport, Connecticut, USA. Pp: 357-392.
- Plancarte M., I. 1971. Fertilización fosfatada al suelo y follaje de maíz en dos suelos de Ando bajo condiciones de invernadero. Tesis Profesional. ENA. Chapingo, Méx.
- Química SAGAL. 2003. Vademecum de Productos Orgánicos Sagal@intercable.net.Monterrey, Mx. P 38.
- R core team, 2014. R: A language and environment for statistical computing. R. Foundation for statistical computing, vienna, Austria. URL <http://www.R-Project.org/>.
- Rodríguez M., Ma. de las N. 1997. Fertilización foliar en el cultivo de tomate en condiciones de invernadero. Tesis Doctoral. EDAF-IRENAT-CP. Montecillo, México.

Rodríguez S.F. 1982. Fertilizantes, nutrición vegetal. 1a. edición AGT editor, S.A. México, D.F.

SAGARPA. 2004. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Centro de Estadística Agropecuaria por Cultivo. México.

Shinohara, S. 1989. Vegetable seed production technology of japan elucidates with respective variety development histories particulars. Tokio, japan. P. 317.

Steel, R.G.D y J.A. Torrie. 1986. Bioestadística: principios y procedimientos. 2 ed. McGraw-Hill de México. México, D.F. p 132-187.

Suquilandia, A. 2003. Fertilización Orgánica. Manual Técnico. Ediciones UPS-FUNDAGRO.QUITO. Ec. P. 23-25.

Tisdale, S.W., W.L. Nelson y J.D. Beaton. 1985. Soil fertility and fertilizers. MacMillan Publishing Co. New York, NY. USA.

Urrestarazu, M. 1997. Manual de Cultivo sin suelo. Ed. Servicio de Publicaciones Universidad de Almería.

Vielma, Rondón, R. Ovalles, Duran, JF. León, Leal, A. Medina, A. (2003). Valor nutritivo de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*) como fuente de aminoácidos y su estimación cuantitativa mediante cromatografía en fase reversa (HPLC).

Yague, J. L. 2007. La crianza de la lombriz roja. Servicio de extensión agraria Madrid. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

7.1 Fuentes de web

<http://www.ofertasagricolas.cl/articulos>

http://www.agroforestalsanremo.com/humus_liq