

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO



**Uso de Tres Compuestos Orgánicos Líquidos en la Calidad de Cebolla Tipo
Cambray (*Allium cepa* L.)**

POR

MAURICIO PÉREZ HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRICOLA Y AMBIENTAL

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre del 2013



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISION DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

Uso de Tres Compuestos Orgánicos Líquidos en la Calidad de Cebolla Tipo Cambray
(*Allium cepa L.*).

Por:

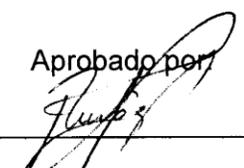
Mauricio Pérez Hernández

Tesis

Que se somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito parcial
para obtener el título de:

INGENIERO AGRICOLA Y AMBIENTAL

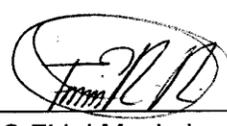
Aprobado por



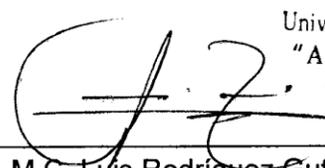
Dr. Rubén López Cervantes
Asesor Principal



M.C. Alejandra R. Escobar Sánchez
Sinodal



M.C. Fidel Maximiano Peña Ramos



M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez
Coordinador de la División de Ingeniería

Sinodal
Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"
Coordinación de
Ingeniería
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre del 2013

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por permitirme la vida, salud, apoyó, escucharme en los momentos difíciles y estar siempre cuidándome en las buenas y las malas ya que sin **DIOS** no lograría el propósito de terminar la carrera sin él no sería nada.

A MI “ALMA MATER”

La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Por haberme abierto las puertas al conocimiento y por la formación ética, moral y profesional para ejercer algo que para mí había sido tan anhelado. Por brindarme sus instalaciones y brindarme a una nueva familia, “Buitres por siempre”.

A MIS MAESTROS

Por conocimientos transmitidos, experiencias y consejos brindados durante mi formación profesional dentro de la universidad.

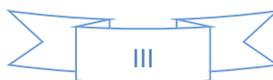
AL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

Por sus facilidades prestadas a lo largo de mi trayectoria dentro de esta institución.

A MIS ASESORES

AL D.R. RUBÉN LÓPEZ, M.C. ALEJANDRA R. ESCOBAR SANCHEZ CERVANTES, M.C. FIDEL M. PEÑA RAMOS.

Por la magnífica asesoría, apoyo y valiosa aportación de conocimientos brindados para la realización de este trabajo de investigación convirtiendo la presente tesis en un éxito en mi vida.



A MIS AMIGOS

Alexander Evaristo, Dusty Darinel, Ing. Froylan, Lic. Mauricio, Jorge, Germin, Ing. Cesar Arturo, Juan Méndez, Karina, Ing. Guillermo, Ángeles, Ing. Raymundo, Lic. Rigoberto, Sócrates, Eder, Silvia, Griselda, Egriselda, Alejandro Borja, Aroldo Bladimir, Edén.

A TODAS LAS PERSONAS QUE CONTRIBUYERON EN EL CUMPLIMIENTO DE ESTA META, INFINITAS GRACIAS A TODOS USTEDES QUE HICIERON REALIDAD ESTE SUEÑO.

DEDICATORIAS

A mis padres

Abraham Pérez Anaya y Graciela Hernández Hernández

A quienes me han heredado el tesoro más valioso que puede dársele a un hijo. La vida y el Amor a quienes sin escatimar esfuerzo alguno, han sacrificado gran parte de su vida para formarme y educarme en una parte de mi vida.

A mis Abuelos

Macrina Hernández Hernández, Julián Hernández Vázquez

Por sus oraciones, Porque creyeron en mí y estaban seguros de que este día llegaría, quienes la ilusión de su vida ha sido convertirme en una persona de provecho. A quienes nunca podre pagar todo el amor y el apoyo brindado ni aun con las riquezas más grandes del mundo, gracias. **Los AMO.**

A mis hermanos

Yolanda, Sulibeth, Abraham, José Luis

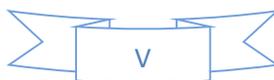
Por ser personas especiales y comprensivas, por todas las experiencias momentos compartidos y convividos, quienes con su amor de hermano me apoyaron e impulsaron a la culminación de mis estudios mis hermanos son mi tesoro.

A mis Tías

María Elena, Arely, luz de María, yuny, coki, Nery, Moisés, Rosy, Virgilio, Elías, David, Abdías, Oscar, Noé, Domingo, María luisa, Gerardo.

Por sus preocupaciones, apoyo incondicional, por la motivación que me brindan día con día por sus anhelos, sus oraciones y que confiaron en mí, mis más sinceros agradecimientos los admiro.

A mi futura esposa. María Elena Lizárraga Borbón. Por su impulso, motivación, confianza, cariño y amor depositada en mí, durante mi formación profesional.



A mi cuñado

Roberto Zenteno

Por su comprensión, apoyo, ejemplo de estudiante, Por sus consejos, apoyo incondicional en todos los aspectos de mi vida.

A mis Primos

Apolinar, Flor, Candi, Yuri, Yeny, Silvia, David, Eduardo, Luís Ángel, Gonzalo

Que siempre estuvieron presentes en mi carrera y por su motivación brindada.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	II
DEDICATORIAS	V
ÍNDICE DE CONTENIDO	VII
ÍNDICE DE CUADROS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN	X
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
<i>General</i>	2
<i>Específico</i>	3
HIPÓTESIS	3
REVISIÓN DE LITERATURA	3
GENERALIDADES DEL CULTIVO.....	3
<i>Importancia de la Cebolla</i>	4
DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA.....	5
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA.....	6
REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS	8
MANEJO DEL CULTIVO	9
<i>Plagas</i>	11
<i>Enfermedades</i>	12
MALAS HIERBAS.....	13
LA LEONARDITA.....	13
LAS SUBSTANCIAS HÚMICAS	13
LIXIVIADO DE LOMBRIZ.....	18
MATERIALES Y METODOS	20
LOCALIZACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL	20
METODOLOGÍA	21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
CONCLUSIÓN	32
LITERATURA CITADA	33
CITAS DE INTERNET.....	36

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. COMPOSICIÓN Y VALOR NUTRICIONAL DE LA CEBOLLA (100 G ⁻¹).....	6
CUADRO 2. PRODUCCIÓN DE CEBOLLA A NIVEL MUNDIAL (2002).....	6
CUADRO 3. PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES DE CEBOLLA DURANTE EL AÑO AGRÍCOLA 2009.....	7
CUADRO 4. PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES DE CEBOLLA TIPO CAMBRAY DURANTE EL AÑO AGRÍCOLA 2009.....	8
CUADRO 5. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS ADICIONADOS AL CULTIVO CEBOLLA TIPO CAMBRAY.....	22
CUADRO 6. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LONGITUD DE HOJA DE LA CEBOLLA TIPO CAMBRAY, CON LA ADICIÓN DE TRES COMPUESTOS ORGÁNICOS.....	23
CUADRO 7. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LONGITUD DE RAÍZ CON LA ADICIÓN DE TRES COMPUESTOS ORGÁNICOS LÍQUIDOS.....	24
CUADRO 8. ANÁLISIS DE VARIANZA DE PESO DE BULBO DE CEBOLLA TIPO CAMBRAY CON LA ADICIÓN DE TRES COMPUESTOS ORGÁNICOS LÍQUIDOS.....	26
CUADRO 9. ANÁLISIS DE VARIANZA DE FIRMEZA DEL BULBO DE CEBOLLA TIPO CAMBRAY CON LA ADICIÓN DE TRES COMPUESTOS ORGÁNICOS LÍQUIDOS.....	27
CUADRO 10. ANÁLISIS DE VARIANZA DE DIÁMETRO POLAR DEL BULBO DE CEBOLLA TIPO CAMBRAY CON LA ADICIÓN DE TRES COMPUESTOS ORGÁNICOS LÍQUIDOS.....	28
CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANZA DE DIÁMETRO ECUATORIAL DEL BULBO DE CEBOLLA TIPO CAMBRAY CON LA ADICIÓN DE TRES COMPUESTOS ORGÁNICOS LÍQUIDOS.....	29
CUADRO 12. ANÁLISIS DE VARIANZA DE SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES DE LA CEBOLLA TIPO CAMBRAY CON LA ADICIÓN DE TRES COMPUESTOS ORGÁNICOS LÍQUIDOS.....	29

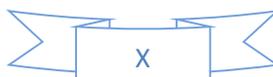
ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL.....	21
FIGURA 2. LONGITUD DE HOJA DE CEBOLLA TIPO CAMBRAY CON LA ADICIÓN DE TRES COMPUESTOS ORGÁNICOS LÍQUIDOS.....	24
FIGURA 3. LONGITUD DE RAÍZ DE CEBOLLA TIPO CAMBRAY CON LA ADICIÓN DE TRES COMPUESTOS ORGÁNICOS LÍQUIDOS.....	25
FIGURA 4. PESO DEL BULBO DE CEBOLLA TIPO CAMBRAY CON LA ADICIÓN DE TRES COMPUESTOS ORGÁNICOS LÍQUIDOS.....	26
FIGURA 5. FIRMEZA DEL BULBO DE CEBOLLA TIPO CAMBRAY CON LA ADICIÓN DE TRES COMPUESTOS ORGÁNICOS LÍQUIDOS.....	27
FIGURA 6. DIÁMETRO POLAR DEL BULBO DE CEBOLLA TIPO CAMBRAY CON LA ADICIÓN DE TRES COMPUESTOS ORGÁNICOS LÍQUIDOS.....	28
FIGURA 7. DIÁMETRO ECUATORIAL DEL BULBO DE CEBOLLA TIPO CAMBRAY CON LA ADICIÓN DE TRES COMPUESTOS ORGÁNICOS LÍQUIDOS.....	29
FIGURA 8. SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES DE CEBOLLA TIPO CAMBRAY CON LA ADICIÓN DE TRES COMPUESTOS ORGÁNICOS LÍQUIDOS.....	30

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el uso de tres compuestos orgánicos líquidos en la calidad de cebolla tipo cambray (*Allium cepa* L.), en charolas de poliestireno de 200 cavidades, fueron sembradas semillas de la variedad "Eclipse". Cuando las hojas de la plántula midieron cinco centímetros de longitud, fueron trasplantadas en macetas de plástico, las que contenían un kilogramo de un suelo Andisol. Después de tres días del trasplante, se adicionaron los tratamientos: una fertilización química al 100 %, 2, 4, y 6 ml.litro⁻¹ de agua de un ácido húmico (AH), de un ácido fúlvico (AF) de leonardita y un lixiviado de Lombriz (LL). Las variables medidas fueron: longitud de hoja (LH), longitud de raíz (LR), peso del bulbo (PB), firmeza (F), diámetro polar del bulbo (DPB) y diámetro ecuatorial del bulbo (DEB). El LL en dosis de 4 ml.litro⁻¹ de agua realizó efecto positivo en la mayor cantidad de variables medidas como son; PB, FB, DP y DE. En la longitud de hoja, se presentó efecto positivo al aplicar la dosis de 4 ml.litro⁻¹ de agua de ácidos húmicos.

Palabras clave: *Allium cepa*; *substancias húmicas*.



INTRODUCCIÓN

Las cebollas es una de las hortaliza más producidas en el mundo entre los géneros allium; la producción supero los 70 millones de toneladas en 2008, en una superficie cercana a cuatro millones de hectáreas, donde china, india y estados unidos son los principales productores (food and agricultura organization of the united nations –FAO, 2008). México ocupo la décima posición en la categoría mundial, con producción de 1.3 millones de toneladas (el 94% corresponde a cebolla seca), es considerada como una de las hortalizas de consumo habitual en la dieta de los mexicanos, la cebolla ocupa un lugar privilegiado dentro de las hortalizas cultivadas en nuestro país. En los últimos años se ha ubicado en la posición número cinco, cubriendo 43 mil hectáreas, en donde la producción de cebolla tipo cambray solo lo realizan los estados de: Jalisco, san Luis potosí, sonora, México en donde el total de la superficie sembrada fueron de 276.5 ha con una producción de 4,018 ton, esto genero un valor de producción de 10,111.15 (miles de pesos) (secretaria de agricultura, ganadería, recursos hidráulicos, pesca y alimentación SAGARPA, 2008).

Una producción de calidad depende de un ecosistema adecuado a las necesidades de este producto: existen factores como el suelo donde es cultivada, los nutrientes que este contenga, la fertilización y el manejo que se le aplique durante todo el ciclo del cultivo. Es conocido que los fertilizantes químicos, son una alternativa para proveer a las plantas de los nutrimentos que requieren; sin embargo, por su uso excesivo e irracional en la agricultura intensiva los suelos se están salinizando; además, ante el alto costo de todos los insumos agrícolas, sobre todo de los mencionados productos químicos, resulta indispensable buscar alternativas tecnológicas que reduzcan los costos de producción y que al mismo tiempo, se obtengan altos rendimientos con la mayor calidad posible, sin detrimento de los recursos naturales.

En los últimos 20 años, en México, con el auge de la agricultura sostenible y/o sustentable y la agricultura orgánica, el uso de sustancias húmicas (SH) va en aumento; por ello, schnitzer (2000), las define como macromoléculas orgánicas, heterogéneas, de alto peso molecular, más estables que el material de origen y las divide en ácidos húmicos (AH), ácido fúlvicos (AF) y huminas residuales (HR). Una de

sus características fundamentales, es que pueden complejar y/o quelatar cationes, gracias a su alto contenido de grupos funcionales oxigenados (-OH,-COO,-COOH); además, presentan alta capacidad de intercambiar cationes y Stevenson (1984), comenta que en el suelo ayudan a colocar disponibles a los nutrimentos para la planta.

Las SH las define Aiken *et al.* (1985), como una categoría de sustancias de color amarillo negro, de elevado peso molecular y propiedades refractarias. Estos materiales resultan de la degradación de restos de animales y plantas. Las sustancias húmicas son omnipresentes y se encuentran en todos los suelos sedimentos y aguas. Son subdivididas en grandes fracciones de acuerdo a sus diferentes grados de solubilidad en reactivos ácidos o alcalinos; como son huminas, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos. Las SH proporciona beneficios como; el incremento en la absorción de nutrientes por parte de la planta; estimula el desarrollo de las raíces; por su alto contenido de grupos funcionales oxigenados, estabiliza los agregados del suelo y aumenta los vacíos del mismo con lo que la respiración de la raíz de la planta aumenta y se acelera el metabolismo de la misma.

El lixiviado de lombriz o exfoliante como también se le conoce, es un líquido que resulta del filtrado del agua por la irrigación constante en las camas o canteros donde se encuentran las lombrices la cual se infiltra y corre y es recogida en determinados contenedores. El lixiviado de lombriz tiene un aspecto muy característico y determinado ya que es un líquido denso y de color marrón oscuro. La tonalidad del color y su consistencia puede variar esto dependiendo de la concentración del foliar. Es de carácter orgánico.

OBJETIVOS

General

Determinar el uso de tres compuestos orgánicos líquidos, en la calidad de cebolla tipo cambray (*Allium cepa L.*).

Específico

Establecer la dosis óptima y cuando menos un tipo de compuesto orgánico líquido, que aumenta la calidad de la cebolla tipo cambray (*Allium cepa L.*).

HIPÓTESIS

Al menos una dosis y un tipo de compuesto orgánico líquido, aumento la calidad de la cebolla tipo cambray (*Allium cepa L.*).

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades del Cultivo

La cebolla es una de las hortalizas que crece de los bulbos secos. Pertenece a la familia de las Liliáceas. Las hojas son generalmente suaves de forma tubular por encima de 45 cm de largo. Se reproducen por semillas o por pequeños bulbos

plantados. La densidad aproximada de siembra se encuentra entre 215,000 y 28,5000 plantas por hectárea. La cosecha generalmente se realiza a los 60 días después del trasplante, pero puede extenderse según la variedad, puede cultivarse en clima fresco y en clima caliente se requiere abundante humedad, suelos livianos (francos o franco-arenosos) que permitan un mejor desarrollo de los bulbos. Existe gran cantidad de variedades por tamaño, color, resistencia a enfermedades, adaptabilidad climatológica y destino final del producto.

Se piensa que es originaria de Persia. Su cultivo se ha difundido por todas las regiones del mundo. Se cultiva de manera significativa en Norte América. La cebolla es una planta anual o bianual si es para semilla, monocotiledónea, de la cual se desarrolla el bulbo, que es la parte comestible. El tamaño, color, forma y sabor definen las características deseables de la calidad de la cebolla: está dividida en cuatro presentaciones principales, blanca, amarilla, roja y los cebollinos.

Importancia de la Cebolla

Es un cultivo muy extendido por todo el mundo, ya que existen 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 tiene la necesidad 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 (1.100.000 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.

La tendencia en el comercio mundial de cebollas es disponer de una red de importadores en los países muy industrializados, en los exportadores de petróleo de oriente medio y también en los de los trópicos húmedos, Alemania, Malasia, los Emiratos Árabes Unidos y Costa de Marfil son ejemplos de tales países. El suministro

de la cebolla es constante en la mayoría de los países a lo largo de todo el año debido al comercio mundial, a las técnicas de cultivo y almacenamiento para su venta en todo el año. 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.

Descripción Morfológica

Las hojas, tienen dos partes claramente diferenciadas: una basal, formada por las vainas foliares engrosadas como consecuencia de la acumulación de sustancias de reserva, y otra terminal, formada por el "filodio", que es la parte verde y fotosintéticamente activa de la planta.

El fruto, es una capsula con tres caras, de ángulos redondeados, se abre por tres valvas (puertas) en cada una están encerrados dos o tres semillas.

El bulbo, está formado por numerosas capas gruesas y carnosas al interior, que realizan las funciones de reserva de sustancias nutritivas necesarias para la alimentación de los brotes y están recubiertas de membranas secas, delgadas y transparentes, que son base de las hojas. La sección longitudinal muestra un eje caulinar llamado corma, siendo cónico y provisto en la base de raíces fasciculadas.

Las raíces primarias y/o verdaderas mueren muy temprano, son todas las adventicias, de consistencia fibrosa y ramificada (Guenko, 1938). Weaver y Bruner (1927), reportan que el sistema de raíces puede alcanzar un crecimiento lateral de 40 a 45 cm y 85 a 90 cm de profundidad. Sistema radicular, es fasciculado, corto, poco ramificado y las raíces son blancas, espesas y simples.

El tallo es rudimentario y pequeño, suele alcanzar unos cuantos milímetros de longitud; realmente se le denomina "falso tallo" al conjunto de hojas que forman el punto apical. En la planta de la cebolla, el tallo corresponde a una modificación considerada como un bulbo. Sin embargo el tallo esta reducido a una proporción llamada "disco caulinar" debido a su forma final; En esta sección del disco caulinar se ven numerosos haces vasculares de tipo concéntrico perixilematico, en los que se ven los vasos del xilema

que circundan los cribosos. El tallo suele medir aproximadamente 0.6 a 1.2 m es hueco y ensanchado en la parte media baja.

La semilla es negra, angulosa, aplastada y de superficie rugosa, un gramo contiene 250 semillas y un litro pesa 500 g. El vigor germinativo dura dos años, pero es recomendable utilizar la semilla al año; germina en ocho o diez días, empleándose de 250 a 500 g de semilla.100 m².

La flor es de color blanco o violáceo, se agrupan en umbelas sustentada en dos o tres brácteas y seis estambres; el ovario es trilocular, con dos óvulos en cada lóculo y forman dos semillas en cada lóculo.

La composición y el valor nutricional, se presentan en el Cuadro 1 (Enríquez, 1984).

Cuadro 1. Composición y valor nutricional de la cebolla (100 g⁻¹).

Energía	25 Kcal	Calcio	60 mg
Proteínas	1.7 g ⁻¹	Fosforo	33 mg
Grasas	0.1 g ⁻¹	Hierro	1.9 mg
Carbohidratos	5.6 g ⁻¹	Sodio	4 mg
Fibra	0.8 g ⁻¹	Potasio	257 mg
Vitamina A	5000 U.I	Niacina	0.20 mg
Tiamina	0.07 mg	Ácido ascórbico	45 mg
Riboflavina	0.14 mg	Agua	92 por ciento

Distribución Geográfica

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, Jamaica y Paraguay (Cuadro 2) (Food American Organization – FAO, 2002).

Cuadro 2. Producción de cebolla a nivel mundial (2002).

Países	Producción cebollas año 2002 (toneladas)
México	1.130.664
República de Corea	636.000

Japón	530.000
China	479.674
Nueva Zelanda	242.000
Turquía	235.000
Nigeria	200.000
Túnez	140.000
Ecuador	105.000
Marruecos	16.000
Paraguay	12.000

Esta hortaliza se ha extendido en la mayor parte del país, por lo que los Estados que tienen mayor producción son: Baja California, Chihuahua, Tamaulipas, Michoacán, Zacatecas y Guanajuato (Oficina Estatal de Información para Reserva Sustentable – OEIDRUS, 2009).

Cuadro 3. Principales estados productores de cebolla durante el año agrícola 2009.

Estado	Superficie Sembrada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
Baja California	6,972.70	205,243.74	29.46	5,518.48	1,132,633.94
Chihuahua	4,393.86	157,846.35	36.51	2,122.72	335,063.88
Tamaulipas	4,589.10	153,623.50	33.48	3,021.62	464,191.30
Michoacán	3,666.00	134,402.01	37.36	2,008.83	269,990.16
Zacatecas	3,753.00	125,953.00	33.85	1,314.25	165,533.23
Guanajuato	5,060.50	106,741.20	24.32	2,357.14	251,603.94
Puebla	3,936.00	68,579.40	17.46	3,600.01	246,886.74
Morelos	2,082.10	62,151.00	29.85	2,597.57	161,441.60
Otros	8,303.67	181,277.91	372.66	3,900.02	646,436.29
Total	42,756.93	1,031.08	1,195,818.11	3,072.19	3,673,781.09

Cabe recalcar en el caso de la producción de cebolla tipo cambray, solo los estados de: Jalisco, San Luís Potosí, Sonora y México la producen a mayor escala.

Cuadro 4. Principales Estados productores de cebolla tipo cambray durante el año agrícola 2009.

Ubicación	Superficie. Sembrada (Ha)	Superficie. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
Jalisco	110.00	110.00	2,006.20	18.24	2,535.40	5,086.52
San Luis Potosí	84.00	84.00	952.00	11.33	2,591.54	2,467.15
Sonora	38.00	38.00	950.00	25.00	3,200.00	3,040.00
México	11.00	11.00	130.50	11.86	4,160.92	543.00
Total	243	243	4038.7	66.43	12487.86	11136.67

Fuente: Resumen Nacional de la Producción de cebolla base de datos OEIDRUS 2009.

La principal finalidad de producción, es para el consumo en platillos típicos mexicanos, como condimento, fresca, deshidratada e incluso tiene propiedades y usos medicinales: Antitrombótico, Antihipercolesterolémico y Diurético.

Requerimientos Edafoclimáticos

Temperatura; es una planta de climas templados, aunque en las primeras fases de cultivo tolera temperaturas bajo cero; para la formación y maduración del bulbo, requiere temperaturas más altas y días largos. La temperatura óptima se encuentra entre 15°-23° C. cumpliéndose en primavera para las variedades precoces o de día corto, y en verano-otoño para las tardías o de día largo.

Bierhuizen y Wagenvort (1974), estudiaron la germinación y emergencia de las cebollas y los puerros, elaboraron un modelo cuantitativo simple que describe la influencia de la temperatura en la tasa de emergencia de las plántulas en arena húmeda. Para ambas especies se encontró un intervalo óptimo de temperaturas en el que la emergencia era superior al 70 por ciento. El intervalo de las cebollas se encuentra entre 13 y 28 ° C. y para los puerros entre 7 y 25 ° C El tiempo requerido para que 25 semillas de un total de 50 sembradas produzcan cotiledones verticales viene dado por la ecuación:

Tiempo (días) para el 50 por ciento de emergencia= S/ (T-)

Donde S (en grados-día) era 219 para cebolla y 222 para el puerro y ($^{\circ}$ C) era 1.4 para cebolla y 1.7 para puerro. S se denomina la “suma de calor” requerida para una emergencia del 50 por ciento y la “temperatura base” para la emergencia. La temperatura base para el puerro y la cebolla era similar a la de otros cultivos de zonas templadas.

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 período de la vegetación favorece la conservación del bulbo, pero confiere un sabor más acre.

Manejo del Cultivo

Siembra; las semillas aparecen, generalmente en el segundo año de cultivo, al final de una inflorescencia. Las cebollas suelen reproducirse por semillas, pero algunas variedades generan pequeños bulbos junto al bulbo principal, que también se emplean para realizar nuevas plantaciones. La siembra de la cebolla puede hacerse de forma directa o en semillero para posterior trasplante, siendo esta última la más empleada. La mejor fecha de siembra es a finales de invierno, en el Hemisferio Norte, la primera

semana de marzo. En las zonas más frías la siembra necesitará protección con campanas durante el invierno, para evitar que se malogren. En siembra directa en el suelo, la cantidad de semilla necesaria es muy variable (4 g/m²), normalmente se realiza a voleo y excepcionalmente a chorrillo, recubriendo la semilla con una capa de mantillo de 3-4 cm de espesor. La época de siembra varía según la variedad y el ciclo de cultivo. Sembrar a principios de primavera, enterrando la semilla a 1,5 cm en hileras separadas 25 cm entre sí. La germinación se producirá a los 21 días aproximadamente. La densidad de siembra depende del tamaño de bulbo deseado. Plantar los bulbos cada 10-15 cm en hileras separadas 25-30 cm. Trasplantar a mediados de primavera con una separación de 15 cm entre ejemplares y 25 entre hileras. Recortar la mitad de las hojas antes de plantar y no colocar los ejemplares muy enterrados (<http://fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/cebollas-cebolla-temprana-cebolla-tarida-allium-cepa.htm>).

Riegos; por poseer raíces superficiales la extracción del agua se realiza a los 25 cm superiores del suelo arenoso (Goltz et al., 1971). La tasa de fotosíntesis y la velocidad de crecimiento de las cebollas son más sensibles al estrés hídrico.

El riego en etapas tardías del desarrollo puede retrasar la maduración del bulbo (Brewster, 1990b), hasta 19 días. Para estimular la maduración y evitar la separación de la piel por hinchamiento del bulbo una vez que han empezado a formarse las pieles, suele recomendarse que el riego cese unas tres semanas antes de la cosecha, las aplicaciones altas de N tienen en ocasiones un efecto retardante en la maduración

Fertilización; en la preparación de siembra se incorporan fertilizantes con fosfatos y potasio, adsorbidos y retenidos por los sólidos del suelo frente a la lixiviación, en gran Bretaña las cantidades recomendadas de P y K son de 26 a 129 kg. Ha para el P y de 50 a 250 kg. Ha de K dependiendo del existente en el suelo, las recomendaciones para otros países son similares, los *alliums* poseen sistemas radiculares superficiales, bajas densidades radiculares y sus raíces carecen de pelos, debido a esta arquitectura radicular, necesitan concentraciones mayores de P y K para que la difusión a la superficie de las raíces proceda a una velocidad lo suficientemente alto como para satisfacer la demanda potencial. Con respecto al N las cebollas son difíciles para cubrir

sus necesidades, es recomendable dividir las aplicaciones de N, utilizando típicamente 60-80 kg. Ha mezcladas en el suelo antes de sembrar y una cantidad similar cuando las plantas alcancen una altura de 10 cm. Las aplicaciones deben ajustarse teniendo en cuenta el nitrato presente en el suelo.

Plagas

La producción conlleva una interacción con microorganismos patógenos, malas hierbas y plagas. Estos sufren un control natural mediante enfermedades y depredadores, de manera que las técnicas de control deben estar dirigidas a las especies dañinas y evitar así el perjuicio a las especies benéficas. Las principales plagas de la cebolla son:

Trips (Thrips tabaci): el daño lo provocan las picaduras de larvas y adultos terminan por amarillear y secar las hojas. La planta puede llegar a marchitarse si se produce un ataque intenso, sobre todo si éste tiene lugar en las primeras fases de desarrollo de las plantas. Se recomienda para el control la aplicación de productos como; Metamidofos 50 % LE, a $100 \text{ cm}^3.100 \text{ L}^{-1}$, Metomilo 15 % LE, a $200-300 \text{ cm}^3.100 \text{ L}^{-1}$.

Mosca de la cebolla (Hylemia antigua): ataca a las flores y órganos verdes. El ápice de la hoja palidece y después muere. El ataque de las larvas lleva consigo la putrefacción de las partes afectadas de los bulbos, ya que facilita la penetración de patógenos, dañando el bulbo de forma irreversible. Es recomienda para su control la desinfección de semillas. Por cada kilogramo de semillas deben emplearse 50 g de M.A. de heptacloro. Se utilizan productos como; Dimetoato 40 % LE, a $100-125 \text{ cm}^3.100 \text{ L}^{-1}$, Lebaycid 50 % LE, a $150-200 \text{ cm}^3.100 \text{ L}^{-1}$. Los tratamientos deben repetirse cada 8-10 días.

Escarabajo de la Cebolla (Lylyoderys merdigera): los daños que causa es que los escarabajos adultos perforando las hojas; las larvas recortan bandas paralelas a los

nervios de las hojas y para el control químico, se usa Metidation 40 % liquido emulsionable (LE), a $100-150 \text{ cm}^3 \cdot 100 \text{ L}^{-1}$.

Nematodos (*Ditylenchus dipsaci*): Las plantas pueden ser atacadas en cualquier estado de desarrollo, aunque principalmente en tejidos jóvenes. Las plántulas detienen su crecimiento, se curvan y pierden color. Se producen algunas hinchazones y la epidermis puede llegar a rajarse. En bulbos algo más desarrollados el tejido se reblandece en las proximidades de la parte superior. Se emplea para el combate productos como; Benfuracarb 5 %, presentado como gránulo, a dosis de $12-30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Enfermedades

Botritis (*Botrytis squamosa*): se manifiesta con manchas de color blanco-amarillo por toda la hoja. Cuando el ataque es severo se produce necrosis foliar. Ocurre en condiciones de humedad. Se emplean para el combate; Tebuconazol 25 % $2 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ Emulsión de aceite en agua, Procimidona 3 % $20-30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Roya (*Puccinia* sp.): frecuentemente aparecen los primeros síntomas como manchas pardo-rojizas que después toman coloración violácea, en las cuales se desarrollan las uredosporas. Las hojas se secan prematuramente como consecuencia del ataque. La enfermedad parece ser más grave, en suelos ricos en nitrógeno, pero deficientes en potasio. Se emplea para su control; Triadimefon 2 % + propineb 70 % polvo mojable (PM), a $200 \text{ g} \cdot 100 \text{ l}^{-1}$, Mancozeb 80 % PM, a $200 \text{ g} \cdot 100 \text{ l}^{-1}$.

Mildiu (*Peronospora destructor* o *schleideni*): lo daños que causa se presentan en las hojas nuevas, aparecen unas manchas alargadas que se cubren de un fieltro violáceo, como consecuencia, los extremos superiores de las plantas mueren totalmente y los bulbos no pueden llegar a madurar. Esta enfermedad se propaga por los bulbos, renuevos infectados, semillas o por el suelo. Métodos de control: Medidas culturales. Se recomienda los suelos ligeros, sueltos y bien drenados. Evitar la presencia de malas hierbas, evitar sembrar sobre suelos que recientemente hayan sido portadores de un cultivo enfermo. Control químico; es conveniente el empleo de fungicidas como medida preventiva o bien al comienzo de los primeros síntomas de la enfermedad. La

frecuencia de los tratamientos debe de ser en condiciones normales de 12-15 días. Clortalonil 15 % + Maneb 64 % 0.25-0.30, Mancozeb 64 % 0.20-0.30.

Malas Hierbas

Los alliums son muy susceptibles a la competencia de las malas hierbas, es importante ejercer un buen control durante todo su crecimiento. Experimentos realizados en Inglaterra mostraron que el rendimiento de los bulbos de siembras de primavera expuestos a la competencia con la flora natural de malas hierbas en parcelas no tratadas fue solo el 3 % del obtenido en parcelas libres de malas hierbas (Roberts, 1973). Entre las razones por las cuales este cultivo no puede competir con las malas hierbas se deben a su lenta emergencia del suelo, tienen una tasa de crecimiento relativamente baja principalmente a temperaturas frescas.

La Leonardita

(Forma oxidada del carbón de origen lignítico), es llamada así en homenaje al Dr. A.G. Leonard, el primer director del Servicio Geológico del Estado de Dakota del Norte y primer científico que estudió las propiedades de esa sustancia. La formación se remonta a la era carbonífera del Paleozoico, cerca de 280 millones de años atrás. La amplia y jugosa vegetación existente entonces, en lo que es hoy Dakota del Norte, fue destruida y carbonizada, pero en ese proceso fueron exprimidos los ricos jugos orgánicos formando originalmente lagunas de poca profundidad, que también se carbonizaron dando origen a la Leonardita. La masa fibrosa se transformó en carbón, encima del cual se formó la delgada capa de Leonardita. A través de los millones de años de su formación, la Leonardita ha estado sujeta a toda clase de acciones físicas y químicas, como también microbiológicas, para llegar a su forma actual (Jackson, 1993).

Las Substancias Húmicas

Schnitzer (1978), divide a la materia orgánica del suelo, en dos grupos: sustancias no húmicas y sustancias húmicas (SH). Para Aleksandrova (1994), Schnitzer y Schulten (1995) y Yano et al. (1998), las primeras son los carbohidratos, las proteínas,

las grasas, las ceras, las resinas, los pigmentos y demás compuestos de bajo peso molecular (ácidos orgánicos); mientras que para Schnitzer (2000), las segundas son los ácidos húmicos (AH),

Los ácidos fúlvicos (AF) y las huminas residuales (HR); esto de acuerdo a su solubilidad en soluciones ácidas y/o alcalinas.

Las SH, son definidas como una mezcla heterogénea de macromoléculas orgánicas, con estructura química compleja, distinta y más estable que su forma original; provienen de la descomposición de residuos de plantas y animales, así como de la actividad de síntesis de microorganismos (Schnitzer, 2000; Stevenson, 1982).

Los AH y AF, son macromoléculas aromáticas complejas, muy estables, con estructura polimérica en forma de círculos, cadenas, racimos (Schnitzer y Schulten, 1995) y ciclos aromáticos, con aminoácidos, amino-azucres, péptidos y compuestos alifáticos (Schnitzer, 2000). Los AH son moléculas más grandes y complejas que los AF, además, presentan contenidos más altos de nitrógeno (N), pero menor de grupos funcionales libres (Meléndez, 2003).

Los AH y los AF, poseen un alto contenido de grupos funcionales libres oxigenados (-COOH y -OH), que pueden complejar y/o quelatar cationes, sobre todo metálicos, ya que son más rápidamente adsorbidos que los alcalino-térreos (Harter y Naidu, 1995). En los primeros compuestos orgánicos, dominan los grupos funcionales carboxilos (entre 500 y 900 meq.100 g⁻¹) y para los segundos, los grupos oxhidrilos fenólicos (no más de 1400 meq.100 g⁻¹), por que más del 80 por ciento de la estructura molecular de dichos ácidos, está formado por los grupos funcionales mencionados (Harter y Naidu, 1995; Schnitzer, 2000). López (2002), coincide con lo anterior, solo que al analizar compuestos húmicos extraídos de un compost.

Los AF, se distinguen de los AH por su coloración más clara, por el contenido relativamente bajo en carbono (menos del 55 %) y por su alta solubilidad en agua, alcohol, álcalis y ácidos minerales. Los AF pertenecen al grupo de los ácidos hidroxicarboxílicos y en la hidrólisis ácida forman sustancias reductoras; además, tienen alta capacidad de cambio (hasta 700 meq.100 g⁻¹ de sustancia), actúan

destruictivamente sobre los minerales, son propensos a formar complejos R_2O_3 que poseen gran movilidad, por lo tanto parece ser que ya no existen dudas sobre los AF como grupos independientes de materias húmicas con propiedades distintas a la de los AH. Aparte de los AF propiamente dicho, se han descubierto hidratos de carbono, glucósidos, sustancias de naturaleza fenólica, ácidos urónicos y ácidos orgánicos nitrogenados. Datos obtenidos con espectroscopia infrarroja, dan testimonio de la presencia de elementos de naturaleza aromática. Sobre la baja aromatización de los AF, hablan los datos de la composición elemental en el cual el porcentaje de carbono es significativamente más bajo y el de hidrógeno supera a los de AH (Meléndez, 2003).

Los AF, es la porción soluble en agua bajo todas las condiciones de pH; permanecen en solución después de la separación de los AH por acidificación; son de color amarillo claro a café-amarillento; de bajo peso molecular (de 170 a 2000 KDa); con el 45 por ciento de carbono y 48 por ciento de oxígeno (12 por ciento más que los AH); en otras palabras, tienen bajo peso molecular, alto contenido de oxígeno, pero bajo contenido de carbono; contienen más grupos funcionales de naturaleza ácida, particularmente carboxilos (-COOH). La acidez total es de 900 a 1400 meq.100 g⁻¹ y considerablemente más altos que los AH (400 a 870 meq.100 g⁻¹) (Stevenson, 1982).

Según Calace *et al.* (2000), las estructuras de los AH son más complejas que las de los AF, la naturaleza antifililica de los AH es mayor que la de los ácidos fúlvicos (Yates III *et al.*1999). Los AH tienen una menor relación hidrógeno-carbono (H/C) que los AF (De Paolis *et al.* 1997). Según Stevenson (1994), la acidez total de los AF (900-1400 cmol.kg⁻¹) prácticamente duplica a la de los AH (500-870 cmol.kg⁻¹). La mayor acidez, se debe a que estas sustancias tienen un contenido mayor de grupos carboxílicos (-COOH) e hidroxílicos (-OH), presumiblemente fenólicos, que los AH.

Dziadowiec (1994), indica que la composición elemental de los AH depende del tipo y grado de humificación. La maduración de estos compuestos orgánicos, está acompañada por el aumento en la carboxilación. Un grado de humificación bajo para los AH, presenta un alto porcentaje de H y un bajo contenido de O comparado con materiales de alto grado de humificación. Resultados similares, presentan Huang *et al.*

(2006) en el análisis elemental, porque presentan que hay disminución en el contenido de H y C y aumento en el contenido de N y O de los AH.

Vaughan *et al.* (1979), observaron que los AH influían en la síntesis de ARN-m, el cual es esencial para los principales procesos bioquímicos que ocurren en la célula. Numerosos trabajos recogen la influencia de las SH en la síntesis de proteínas, especialmente enzimas. Numerosos autores denominan a la acción hormonal de las SH como comportamiento auxinoide. Retta *et al.* 1994). Además, mencionan que la modificación cuantitativa de las isoperoxidasas, al aplicar SH de bajo peso molecular en *Nicotiana plumbaginifolia*, mostró el mismo comportamiento que las plantas tratadas con el ácido indolacético (IAA).

En México, sobre todo en el Norte, el uso de ácidos húmicos en la agricultura con fines de fertilización, inicia a fines de los años 80's, ya que empresas dedicadas a la venta de productos agroquímicos expenden los compuestos mencionados, aunque todos estos productos orgánicos provienen de los minerales fósiles, los cuales se importan de Estados Unidos (California, Pensilvania y Atlanta), Europa (Alemania, Italia y España) y el Medio Oriente (Israel). Lo anterior provoca altos precios de estos productos y por consiguiente, los costos de producción aumentan.

Las SH, muestran mayores efectos sobre las raíces que sobre la parte aérea. Sladky (1959) aplicó ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, y un extracto alcohólico de materia orgánica en concentraciones de 50, 50 y 10 mg.litro⁻¹, respectivamente, a plantas de tomate creciendo en disolución nutritiva. Las tres fracciones de materia orgánica estimularon significativamente la longitud y peso de la raíz en comparación con una disolución nutritiva pura.

Se considera suficientemente probado que estos compuestos mejoran el crecimiento radicular, ya sea por aplicación foliar o adición al suelo (Sladky, 1959; Fernández 1968, Sánchez-Conde *et al.* 1972; Sánchez-Andrek *et al.* 1994). Tanto la elongación como la formación de los primeros pelos radiculares van a estar afectados por los materiales húmicos. Las dosis empleadas de las sustancias húmicas van a ser determinantes para que los efectos sean positivos o negativos. Young *et al.* (1997) encontraron que

ácidos húmicos purificados procedentes de diferentes orígenes mejoraban significativamente el crecimiento radicular en semilleros de lechuga, pasando de una longitud radicular media de 13,6 mm para el control a 20.2 mm cuando se aplicaban ácidos húmicos de turba. Estos efectos los autores los justificaban diciendo que los ácidos húmicos pueden tener enlazadas a su estructura poliaminas (putrescina, espermidina, permina) que se encuentran en las paredes celulares y tienen una reconocida función reguladora en las plantas (Galston *et al.* 1990, Nardi *et al.* 1994). La aplicación foliar de sustancias húmicas al césped *Agrostis* (*Agrostis stolonifera* L) presentó un efecto muy limitado en el enraizado, mientras la incorporación de humato granular hasta a 10 cm de profundidad mejoró sensiblemente el enraizado, seguramente debido a la proximidad a las raíces (Cooper *et al.* 1998).

Según la reacción con los ácidos húmicos, Khristeva y Manoilova (1950) citados por Visser (1985). Hicieron una distinción en cuatro grupos de plantas: Grupo uno: Plantas ricas en carbohidratos (papa, remolacha, tomate y zanahoria), las cuales reaccionan fuertemente y bajo condiciones óptimas se pueden obtener 50 por ciento más de las cosechas. Grupo dos: Cereales como (cebada, maíz, avena, arroz y trigo) son de reacción buena. Grupo tres: Plantas ricas en proteínas (ejotes, lentejas y chicharos) reacciona poco. Grupo cuatro: Plantas que producen aceites (algodón, linaza, girasol) tiene una reacción ligera o incluso tienen efectos negativos.

Fagbenro y Agboola (1993), mencionan que las sustancias húmicas particularmente los AH y AF desde una variedad de fuentes han tenido efectos en el crecimiento de las plantas a través de la aceleración de los procesos respiratorios, por incrementar la permeabilidad de las células y por simulación hormonal. Evidencias recientes presentan que las respuestas de los compuestos húmicos afectan la producción de materia seca en las plantas y los nódulos en las plantas leguminosas. Ellos también presentan la influencia en la toma de nutrimentos.

David *et al.* (1994), reportaron que las plantas de tomate con adición de 1280 mg.litro⁻¹ de AH produjeron un incremento significativo en brotes, acumulación de P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, y Zn así como un incremento en la acumulación de N, Ca, Fe, Zn, y Cu en raíces. Los pesos secos y frescos se incrementaron también.

Chen y Aviad (1985), dicen que encontraron que las sustancias húmicas en el crecimiento de las plantas con una adecuada nutrición mineral muestran efectos positivos sobre la biomasa y el crecimiento de las raíces. La curva de respuesta típica muestra incremento de crecimiento cuando se incrementa la concentración de sustancias húmicas en la solución nutritiva, sin embargo, el crecimiento disminuye en concentraciones muy altas.

Ortega (1982), menciona que la aplicación de dosis bajas de ácido húmico (250 y 500 ppm) sobre la raíz de maíz existe la tendencia de que el ácido húmico de turba (AHT) tienen una mayor acción radical que el ácido húmico de lignito (AHL) debido a la diferencia de composición molecular de ambos ácidos húmicos es significativamente mayor que la de sus humatos sódicos lo cual parece indicar que el ion Na^+ al sustituir los hidrógenos tanto fenólicos como carboxílicos bloquean en parte estos grupos y reducen la acción que ejerce los grupos fenólicos de oxidación-reducción, lo que repercute en una disminución del desarrollo radical.

Lixiviado de Lombriz

Debido a las múltiples cualidades del humus de lombriz, éste se utiliza cada vez más en todo el mundo. En Europa ha tenido una gran demanda muy por encima de la oferta. En México año con año se está incrementando el uso de vermicomposta como abono orgánico, siendo la base fundamental para la nutrición de una gran diversidad de hortalizas y especies aromáticas. En Baja California sur, también se utilizan los abonos orgánicos, como el uso de abonos verdes, diversidad de estiércol, compostas y vermicompostas, estas últimas se han estado aplicando En Baja California Sur, también se utilizan los abonos orgánicos, como es el uso de abonos verdes, diversidad de estiércol, compostas y vermicompostas.

Es un producto líquido 100 % orgánico, que se forma durante el proceso de la producción del humus de lombriz, ya que el agua que se emplea para regar los canchales y mantener la humedad de la lombriz, se escurre lentamente entre la materia orgánica en proceso de transformación por la lombriz, así como en el humus ya elaborado y a su paso, se enriquece de nutrientes y de microorganismos benéficos, formándose un excelente abono y regenerador orgánico, que contiene todos los

elementos o nutrientes mayores de Nitrógeno, Fosforo, y Potasio, así como, de los elementos o nutrientes menores de Zinc, Fierro, Cobre, Manganeso, Molibdeno, Boro, Calcio, Magnesio, Azufre y Sodio, siendo abono ideal para su aplicación en todos los cultivos, ya sea por medio del riego o por aplicación en forma foliar.

Se aplica a todo tipo de cultivo. El lixiviado de lombriz es un supresor de plagas y enfermedades, aporta resistencia a las plantas.

Contiene hormonas (ácido indol acético, ácido giberilico) que estimulan el crecimiento, desarrollo y las funciones vitales de la planta. Favorece al aumento considerable de la cosecha comparado con los fertilizantes químicos. Acelera y favorece la germinación de semillas. Favorece el mejoramiento y la conservación del suelo. Contiene hormonas (ácido indol acético, ácido giberilico) que estimulan el crecimiento, desarrollo y las funciones vitales de la planta. Tiene actividad biológica debido a la elevada carga microbiana. No toxico para el hombre ni dañino para el medio ambiente. Da protección a la raíz de bacterias, hongos y nematodos.

La lombricultura es una alternativa agroecológica empleada para la transformación de residuos sólidos mediante el accionar directo de las lombrices de tierra. Es una técnica para producir abono orgánico para suelos y cultivos así como una biotecnología importante para el reciclaje de desechos sólidos y líquidos, obteniéndose beneficios ecológicos y un remanente económico. El humus de lombriz se generaliza debido a sus extraordinarias cualidades, transformándose en un insumo importante en algunas actividades como la floricultura y avanzando rápidamente en el ámbito fruti-hortícola, especialmente en los viveros y como mejorador de suelos en términos físicos, químicos y biológicos Además es una biotecnología importante para el reciclaje de desechos sólidos y líquidos, obteniéndose beneficios ecológicos y un remanente económico, por lo que nuestras comunidades se deben capacitar a estas nuevas formas de producción de abono orgánico a partir de sus propias materias primas (<http://abonodelombriz.com/beneficios-del-abono/lixiviado-de-humus-de-lombriz/>).

Que nos aporta

- Aumenta la retención de humedad del suelo.
- Aporta un alto contenido de elementos y de nutrientes al suelo y facilita su absorción por la planta a lo largo de todo el proceso vegetativo.
- Enriquece al suelo con microorganismos benéficos, restableciéndose el equilibrio biológico del suelo.
- Contiene sustancias fitoregulatoras que aumentan la capacidad inmunológica de las plantas, al ser más vigorosas y resistentes, fortaleciéndose la resistencia de la planta al ataque de plagas y de enfermedades.
- Regula el PH del suelo, corrigiéndose la acidez o la alcalinidad.
- Aumenta la capacidad de intercambio catiónico en el suelo.

El conjunto de todas las propiedades descritas, hacen que con su aplicación, se mejore la estructura y la textura del suelo, teniéndose un mejor dren del agua y una mejor circulación del oxígeno a través del suelo y por consecuencia, aumente su capacidad de producción vegetal.

MATERIALES Y METODOS

Localización del Área Experimental

El trabajo, se realizó en uno de los invernaderos del área experimental del Departamento de Ciencias del Suelo, del campus sede de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; cuyas coordenadas geográficas son 25° 23' de Latitud Norte y 101° 00' de Longitud Oeste, a la Latitud de 1742 msnm.

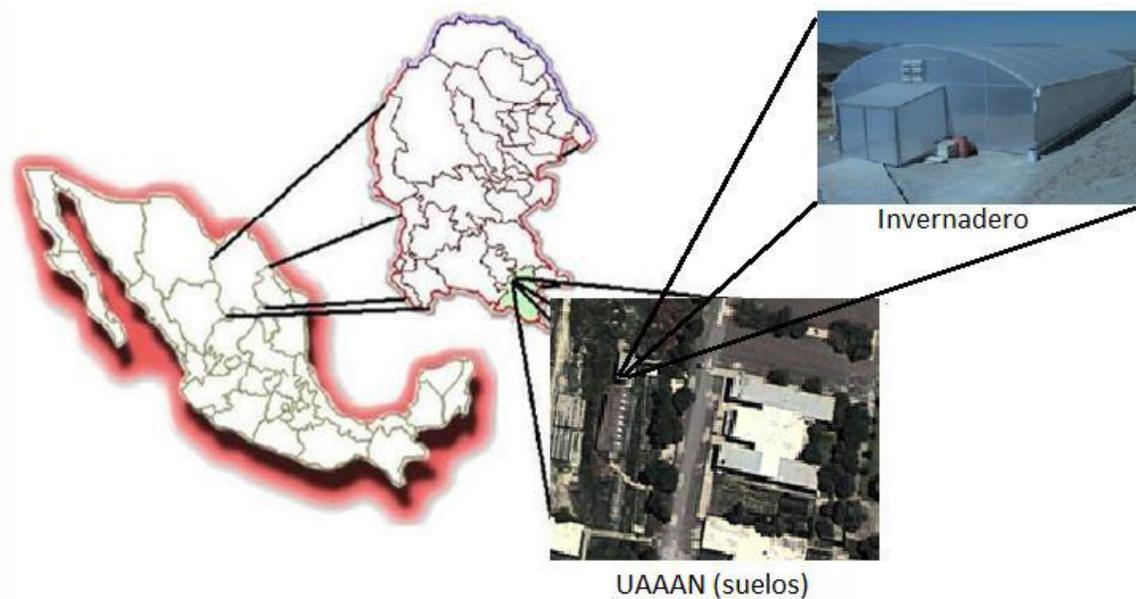


Figura 1. Localización del área experimental.

Metodología

El experimento inicio el 25 de junio del 2013 y culminó a mediados de septiembre del mismo año. La siembra de semillas de cebolla de cambray de la variedad “Eclipse”, se depositó en charolas de poliestereo de 200 cavidades y se empleó la mezcla de “peat moss” con “perlita” (relación 1:1 v/v). Cuando las plántulas alcanzaron una altura de cinco centímetros de la longitud de hoja, fueron trasplantadas en macetas de plástico que contenían 1kg de un suelo Andisol, colectado en Zamora, Michoacán, con las características siguientes: pH: 6.8; materia orgánica (M.O.)= 0.7 por ciento; textura arenosa y conductividad eléctrica (C.E.) de $0.89 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ Después de tres días de trasplantes, se adicionaron los fertilizantes químicos: 0.7 g de nitrato de calcio Ca

(NO₃)₂, 0.5 g de fosfato monoamónico (MAP) (NH₄ H₂ PO₄), 0.5 g de sulfato de zinc (Zn SO₄), 0.3 g de sulfato de cobre (Cu SO₄) y 0.1g de ácido bórico (H₃ BO₃); estas cantidades fueron empleadas por litro de agua aplicada. Al transcurrir tres días, luego de la fertilización química, se adicionaron los tratamientos, los que consistieron en un ácido fúlvico, un ácido húmico y un lixiviado de lombriz y en dos ocasiones posteriores (cada 15 días), se aplicaron éstos, cuya distribución se presenta en el Cuadro 5. Dos riegos por semana, fueron aplicados y plagas y enfermedades, no se presentaron durante el ciclo del cultivo.

Cuadro 5. Descripción de los tratamientos adicionados al cultivo cebolla tipo cambray.

Tratamientos	Dosis (ml.litro ⁻¹)	FQ (%)
FQ		100
AF2 + FQ	2	100
AF4 + FQ	4	100
AF6 + FQ	6	100
AH2 + FQ	2	100
AH4 + FQ	4	100
AH6 + FQ	6	100
LL2 + FQ	2	100
LL4 + FQ	4	100
LL6 + FQ	6	100

AH: ácido húmico; FQ: Fertilización Química; AF: ácidos fúlvicos; LL= Lixiviado de Lombriz.

El trabajo, se distribuyó de acuerdo al diseño completamente al azar, donde se generaron 10 tratamientos y cada uno con cinco repeticiones. Las variables medidas fueron: longitud de hoja (LH), longitud de raíz (LR), peso del bulbo (PB), firmeza (F), diámetro polar del bulbo (DPB), diámetro ecuatorial del bulbo (DEB) y sólidos solubles totales (° Brix). A los datos obtenidos, se les efectuó el análisis estadístico, el cual consistió en el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de medias de Tukey ($P \leq 0.05$). Para lo anterior, se empleó el Paquete Estadístico generado por la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, versión 2.5 (Olivares, 1994) y el programa software para computador R versión 2.14.1 (R, Development core team, 2011), se usó para determinar normalidad de los datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la longitud de hoja (LH), al efectuar el análisis de varianza, se encontró que no hay efecto significativo de los tratamientos (Cuadro 6). Sin embargo, de manera gráfica (Figura 2), se observa que con la adición de ácidos fúlvicos, los valores incrementaron conforme aumentó la dosis. Al aplicar los AH a las dosis de 2 y 6 ml.litro⁻¹ de agua los valores se mantuvieron constantes; pero, al agregar la dosis de 4 ml.litro⁻¹ de agua de estos compuestos, se aventajó a todos los demás tratamientos y al testigo en 25.76 por ciento. En cuanto al LL, se tiene que los valores disminuyeron conforme se aumentó la dosis.

Cuadro 6. Análisis de varianza de longitud de hoja de la cebolla tipo cambray, con la adición de tres compuestos orgánicos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
----	----	----	----	---	-----

Tratamientos	9	700.015	77.779	1.6992	0.121 ^{NS}
Error	40	1830.929	45.773		
Total	49	2530.945			

FV= fuente de variación; GL= Grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM= cuadrado medio; F= ; P= Probabilidad y NS= no significativo.

C.V. = 13.76 %

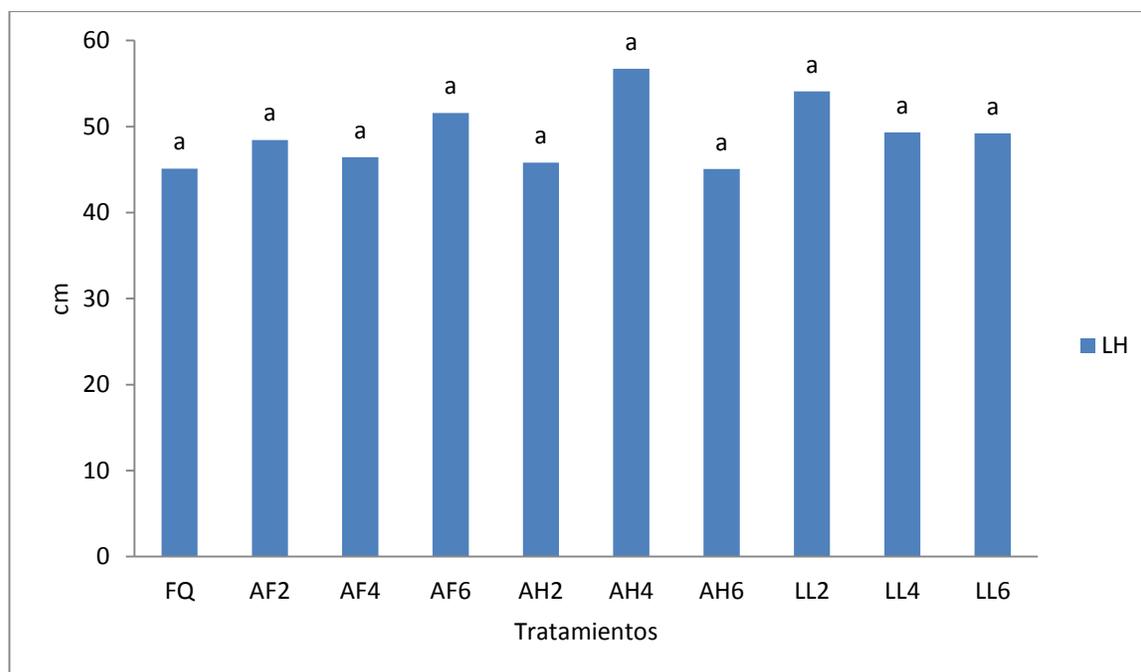


Figura 2. Longitud de hoja de cebolla tipo cambray con la adición de tres compuestos orgánicos líquidos.

En la variable longitud de raíz (LR), estadísticamente los tratamientos registraron efecto altamente significativo (Cuadro 7). En la (Figura 3), se observa que al aplicar los AF, los valores se mantuvieron equilibrados en las diferentes dosis. Al agregar AH, en la menor y mayor dosis, se mantuvieron iguales, a excepción de la dosis media, ya que se obtuvo un valor inferior. Al agregar el LL, se observa que al aumentar la dosis los valores incrementaron. A pesar de lo anterior, en esta variable, los compuestos orgánicos no ejercieron mayor efecto, porque con la aplicación del testigo, se superó a todos los tratamientos.

Cuadro 7. Análisis de varianza de longitud de raíz con la adición de tres compuestos orgánicos líquidos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	9	2452.617	272.513	10.1588	0.000 **

Error	40	1073.017	26.825
Total	49	3525.634	

C.V. = 22.04 %

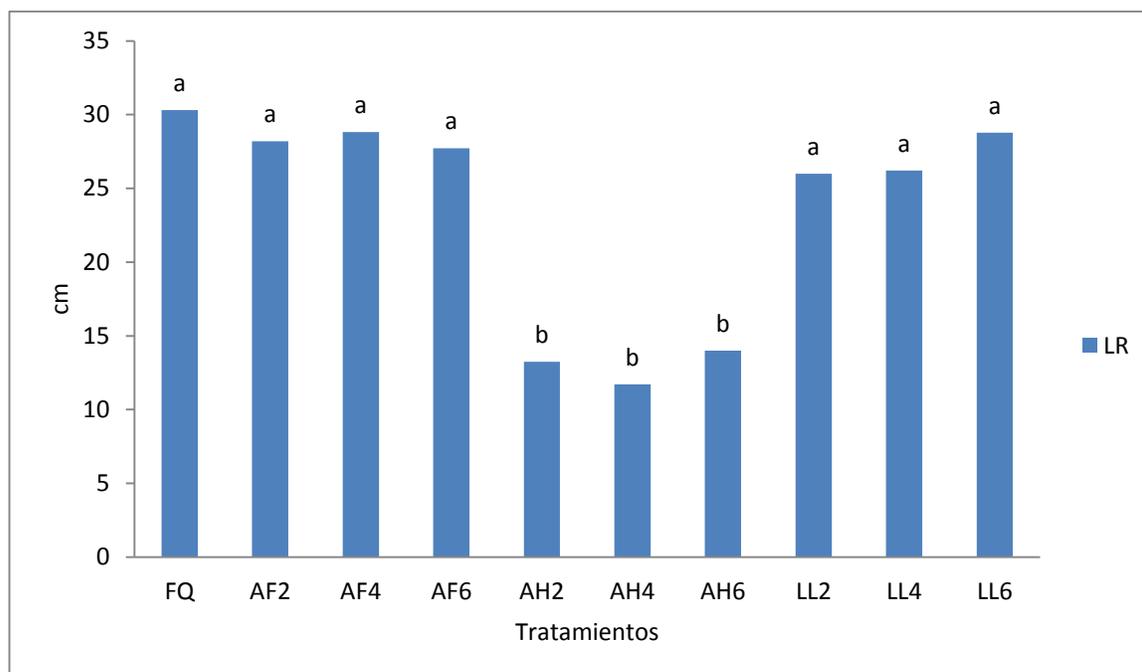


Figura 3. Longitud de raíz de cebolla tipo cambray con la adición de tres compuestos orgánicos líquidos.

En la variable PB al efectuar el análisis de varianza, se encontró que no hay efecto significativo de los tratamientos (Cuadro 8), aquí se observó que al ser aplicadas la dosis de 2 Y 6 ml. de AF, los valores presentaron distribuciones casi normal, cuando se adherio la dosis de 4ml, acrecentó considerablemente. Al aplicar los AH, el menor valor se encontró al aplicar la dosis de 2 ml, mientras que la dosis de 4 ml, fue la mayor está superando a la dosis de 6 ml, en cuanto al LL la aplicación de 4 ml, fue la más alta en 2.3 gr. Mientras la más baja fue la aplicación de 6 ml, el mejor tratamiento se encontró al aplicar la dosis 4ml.l⁻¹ de agua de LL, ya que paso al testigo en 97.95 por ciento. (Figura 4).

Cuadro 8. Análisis de varianza de peso de bulbo de cebolla tipo cambray con la adición de tres compuestos orgánicos líquidos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	9	3.965	0.44055	1.4432	0.2029 ^{NS}
Error	40	12.210	0.30526		
Total	49				

C.V. = 28.67 %

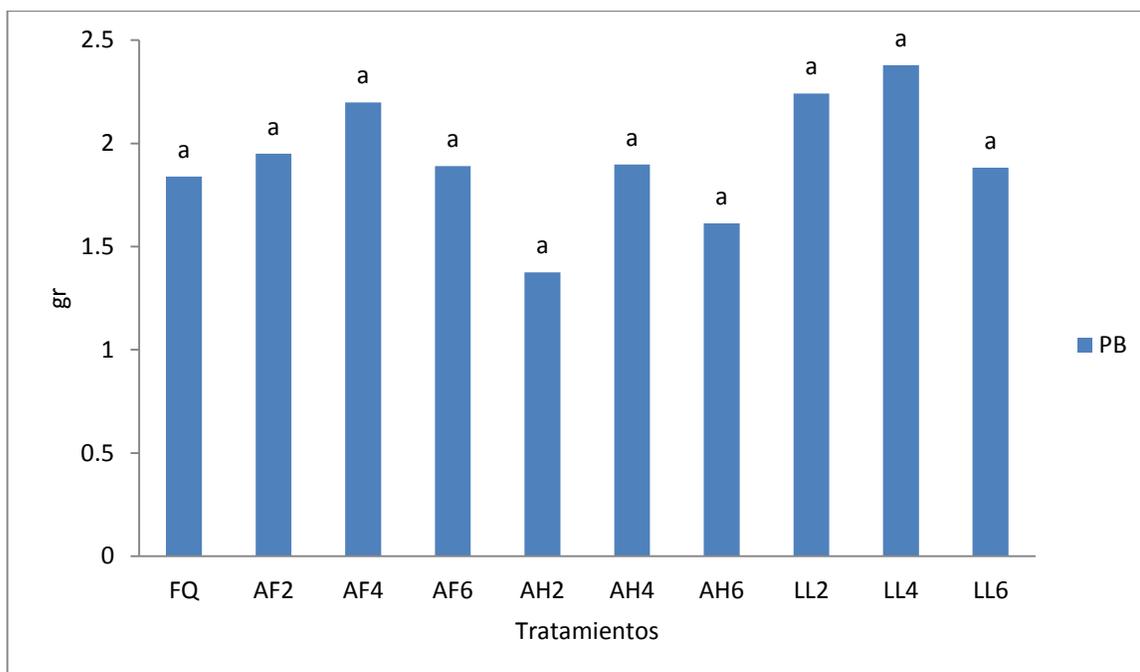


Figura 4. Peso del bulbo de cebolla tipo cambray con la adición de tres compuestos orgánicos líquidos.

En la firmeza del bulbo, existe efecto altamente significativo de los tratamientos (Cuadro 9). En la gráfica se observa que con la adición de ácidos fúlvicos agregando la dosis 2 y 4 ml, los valores se mantuvieron semejantes, sin embargo al agregar la dosis de 6ml, litro^{-1} de agua los valores incrementaron en forma considerable. Al aplicar los ácidos húmicos conforme se fue aumentando la dosis de 2, 4 y 6 ml. esta fue en incremento, en cuanto al lixiviado de lombriz la dosis de 4 ml fue la más alta la menor se obtuvo e la dosis de 6 ml mientras en la aplicación de 2 ml se mantuvo en un intermedio, el mejor tratamiento se encontró al aplicar la dosis 4ml. l^{-1} de agua de LL, ya que sobre paso al testigo en 169.37 por ciento. (Figura 5).

Cuadro 9. Análisis de varianza de firmeza del bulbo de cebolla tipo cambray con la adición de tres compuestos orgánicos líquidos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	9	2.4991	0.27768	2.931	0.009134 **
Error	40	3.7896	0.09474		
Total	49				

C.V. = 30.17 %

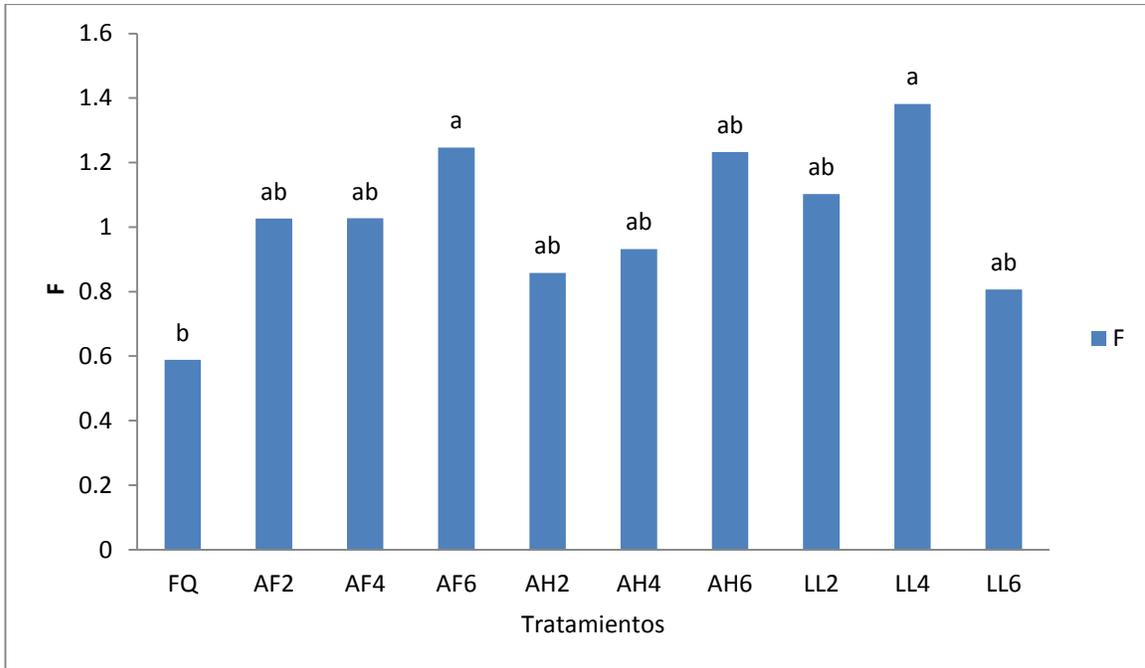


Figura 5. Firmeza del bulbo de cebolla tipo cambray con la adición de tres compuestos orgánicos líquidos.

En la variable DPB, al efectuar el análisis de varianza, se encontró que no hay efecto significativo de los tratamientos (Cuadro 10). Sin embargo de forma gráfica (Figura 6), al aplicar los AF en dosis de 2, 4 ml, los valores aumentaron pero al seguir aumentando la dosis a 6 ml, el valor disminuyó, de igual manera los AH al adicionar la dosis de 2, 4 ml, aumentó pero al agregar la dosis 6 ml, el valor mermo, en cuanto al LL fue el mismo resultado que las dos anteriores tanto al adherir 2,4 ml aumento, pero al adicionar los 6 ml disminuyó. El mejor tratamiento se encontró al aplicar la dosis 4ml.l⁻¹ de agua de LL, ya que paso al testigo en 3.24 por ciento.

Cuadro 10. Análisis de varianza de diámetro polar del bulbo de cebolla tipo cambray con la adición de tres compuestos orgánicos líquidos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	9	6.97226	0.774696	1.5836	0.153 ^{NS}
Error	40	19.567993	0.4892		
Total	49	26.540253			

C.V. = 24.86 %

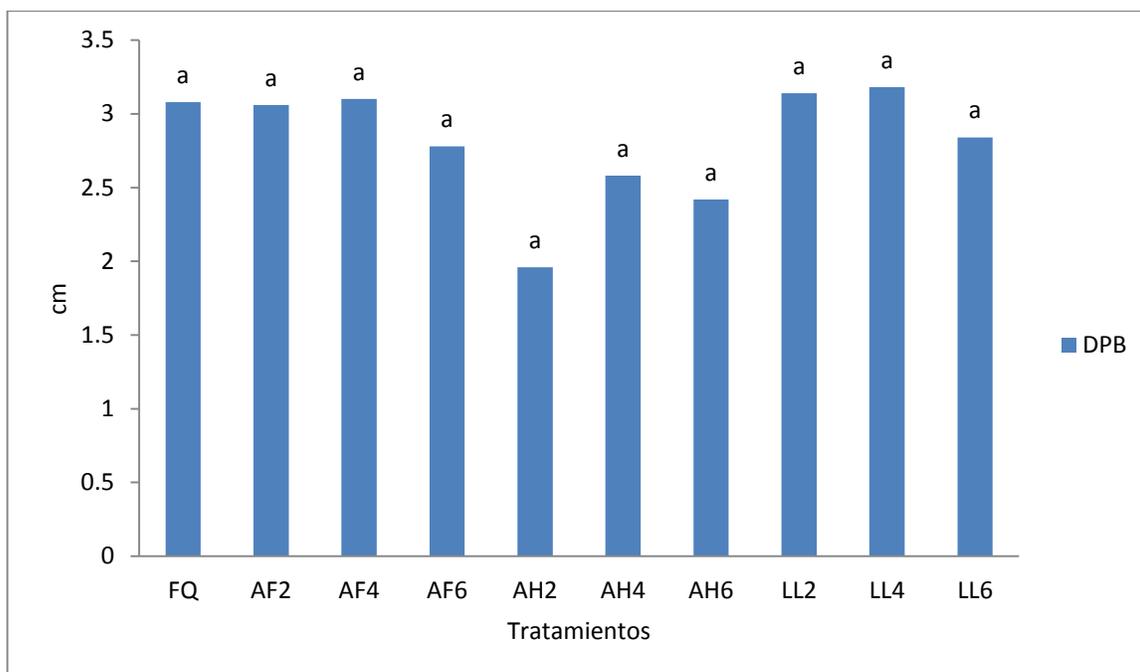


Figura 6. Diámetro polar del bulbo de cebolla tipo cambray con la adición de tres compuestos orgánicos líquidos.

Para la variable DEB, al efectuar el análisis de varianza se encontró que no hay efecto significativo de los tratamientos (cuadro 11). en la gráfica (Figura 7), se observa que cuando se adicionaron la dosis de AF 2 y 6 ml, estas se mantuvieron iguales, sin embargo al adicionar la dosis de 4 ml esta aumento siendo la más alta en 2.4 cm, con la adición de AH en 2 y 4 ml estas de un menor valor mientras la dosis de 6 ml, obtuvo el mayor valor, en cuanto al lixiviado de lombriz se observa que en la menor y mayor dosis, se mantuvieron por debajo del valor a excepción de la dosis media, ya que se obtuvo un valor superior, el mejor tratamiento se encontró al aplicar la dosis 4ml.l-1 de agua de LL, ya que sobre paso al testigo y demás tratamientos 3.24 por ciento.

Cuadro 11. Análisis de varianza de diámetro ecuatorial del bulbo de cebolla tipo cambray con la adición de tres compuestos orgánicos líquidos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	9	5.2424	0.58249	1.326	0.2545 ^{NS}
Error	40	17.5709	0.43927		
Total	49				

C.V. = 33.33 %

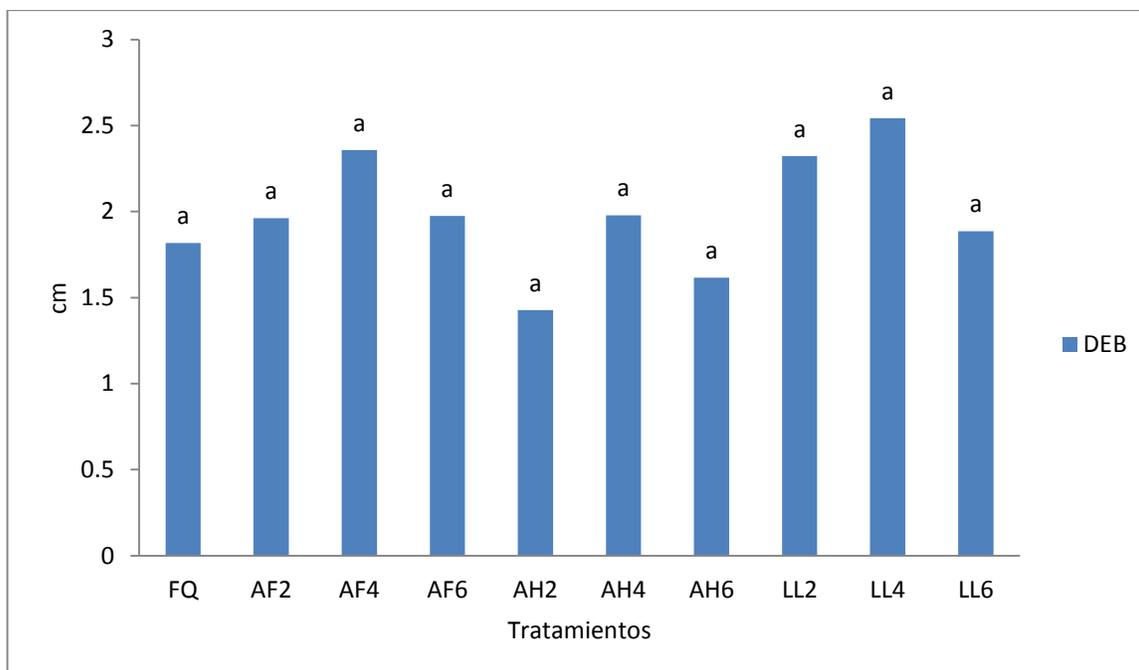


Figura 7. Diámetro ecuatorial del bulbo de cebolla tipo cambray con la adición de tres compuestos orgánicos líquidos.

En la variable sólidos solubles totales (°brix), al efectuar el análisis de varianza se encontró que no hay efecto significativo (cuadro 12). Se observa que En la gráfica (figura 8), al aplicar AF se observó que conforme la dosis fue aumentando este valor fue aminorando, en la aplicación del tratamiento AH las tres dosis Se mantuvieron constantes, en el tratamiento lixiviado de lombriz en las dosis 2 y 4 se mantuvieron, sin embargo al adicionar la dosis 6ml, esta aumento considerablemente. Siendo el tratamiento AH con la dosis de 2 ml.litro⁻¹ de agua quien rebaso a los demás tratamientos y al testigo en 2.12 por ciento (figura 8).

Cuadro 12. Análisis de varianza de sólidos solubles totales de la cebolla tipo cambray con la adición de tres compuestos orgánicos líquidos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
----	----	----	----	---	-----

Tratamientos	9	16.819	1.868	1.3445	0.245 ^{NS}
Error	40	55.600	1.390		
Total	49	72.419			

C.V.= 13.94 %

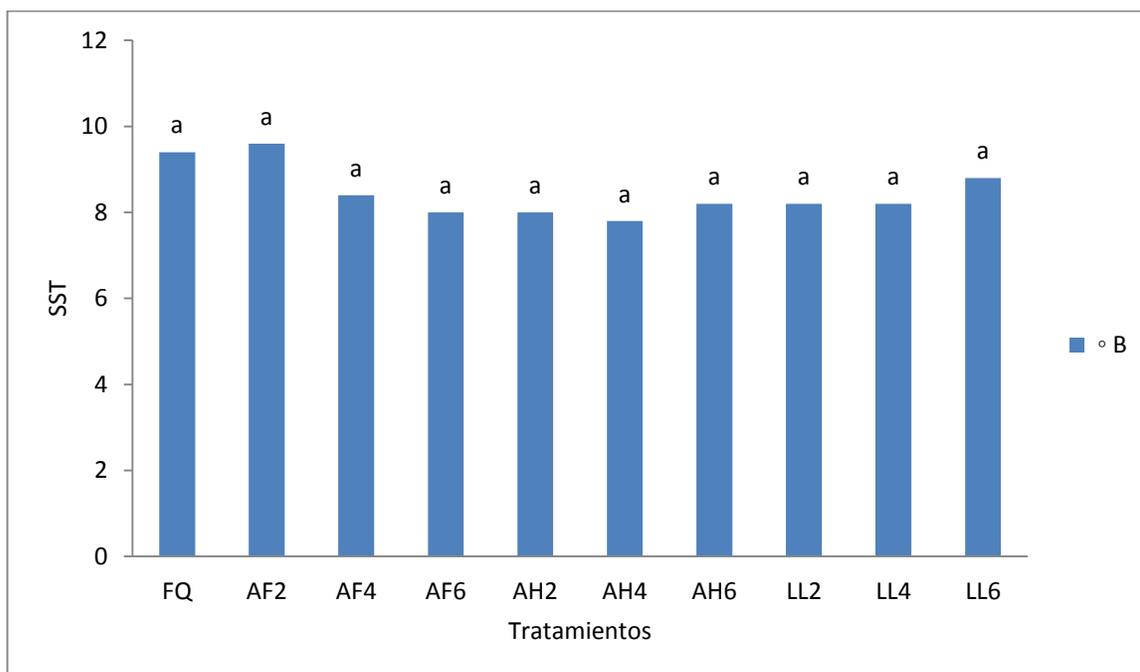


Figura 8. Sólidos solubles totales de cebolla tipo cambray con la adición de tres compuestos orgánicos líquidos.

A manera de discusión, de forma general se puede establecer que en las variables medidas del bulbo de la cebolla tipo cambray, el LL en dosis de 4 ml.litro⁻¹ de agua realizó efecto positivo en la mayor cantidad de variables medidas como son: PB, FB, DPB y DEB. En los últimos años se han informado resultados positivos con el empleo de este abono, así Céspedes *et al.* (1992), reportaron que con la aplicación de LL, se producen rendimientos similares a los obtenidos que cuando se aplicó una dosis óptima de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) en el cultivo del ajo, en un suelo Aluvial. Lo anterior, se debe a que los lixiviados de lombriz son ricos en elementos nutritivos y son comúnmente considerados como fertilizante líquido orgánico; además, de que al aplicar la fertilización química, este compuesto sirve como complemento para una óptima nutrición a las plantas (Piccinini y Bortone, 1991). Además, contiene elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes, lo que

produce que puedan ser fácilmente absorbidos por las raíces y asimilables por las plantas. Por otra parte, impide que estos nutrientes sean diluidos por el agua de riego manteniéndolos por más tiempo disponibles en el suelo (García-Pérez R., 1996).

En la longitud de hoja, se presentó efecto positivo al aplicar la dosis de 4 ml.litro⁻¹ de agua de ácidos húmicos. Esto concuerda con el trabajo realizado por Capula (2011), donde encontró resultados similares al aplicar los ácidos húmicos pero en dosis de 1 ml. Así mismo, Chen *et al.* (1994), mencionan que al aplicar los ácidos húmicos en dosis de 50 mg.litro⁻¹ sobre plantas de trigo en cultivo hidropónico, encontraron estímulos considerables en la producción de biomasa; mientras que ácidos fúlvicos, realizaron el superior efecto en los sólidos solubles totales a la dosis de 2 ml.litro⁻¹ de agua. Esto concuerda con lo que establece Ramos (2000), donde dice que las sustancias húmicas tienen efectos sobre los parámetros de calidad de frutos, que se traduce en un aumento de la acidez, los sólidos solubles totales y la vitamina C.

Los efectos encontrados en los bulbos, se deben a lo establecido por Barón *et al.* (1995), quienes determinan que las sustancias húmicas, sirven como agentes quelatantes para cationes, ya que poseen gran cantidad de grupos funcionales oxigenados (cargas eléctricas negativas), los cuales proveen elementos nutrimentales y los ponen disponibles para las raíces de las plantas.

CONCLUSIÓN

La dosis media del lixiviado de lombriz (LL), realizó efecto positivo en el peso, firmeza, diámetro polar y diámetro ecuatorial del bulbo. Los ácidos fúlvicos, con la dosis baja, en los sólidos solubles totales; mientras que, la misma dosis de los ácidos húmicos, lo realizaron en la longitud de raíz.

LITERATURA CITADA

- Brewster, J. L. 2001. Las cebollas y otros *alliums*. Ed. ACRIBIA, S. A. Zaragoza España. Pág. 21-41, 101, 183-215.
- Capula, R. R. 2011. Efectividad de sustancias húmicas de leonardita en la calidad de cebolla tipo cambray (*Allium cepa L.*). Tesis de Licenciatura, Especialidad de Ingeniero Agrónomo en Producción. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. Pág. 30-40.
- Céspedes N, Caballero, R. y Gandarilla, J. (1992). *Influencia del humus de lombriz de tierra sobre los rendimientos del cultivo del ajo en un suelo Aluvial*. En el V Seminario Científico Técnico Estación Experimental Escambray. Resúmenes, Cienfuegos Cuba Pág. 2-3.
- Chávez, B. M. 1995. Análisis de fluctuaciones de precios en cebolla (*allium cepa L.*) en los principales mercados de México 1985- 1992. Tesis licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. Pág.7-12.

- Chen, Y., Magen, H. y Riov, J. 1994. Humic substances originating from rapidly decomposing organic matter: Properties and effects on plant growth. In N. Senesi, T. M. Miano (Eds.) Humic substances in the global environment and implications on human health. Elsevier Science B.V. Amsterdam.
- Colin, R. M. 2007. Producción de materia seca, valor nutritivo e interacción genotipo ambiente en líneas imberbes de cebada forrajera. Tesis maestría, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. Pág.81-85.
- Dziadowiec, H. 1994. Properties of humic acids from forest litters of different humification degree. In: Senesi, N. and Miano, M.T. (Eds.) Humic substances in the global environment and implications on human health. 1994. Elsevier science B.V. pp.573-578.
- Enríquez, M. R. M. R. 1984. El cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.). Tesis monográfica licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila México. Pág. 8-55, 95-115.
- García-Pérez R., 1996. "La lombricultura y el vermicompost en México". Agricultura orgánica: Una opción sustentable para el Agro Mexicano. La Agricultura del siglo XXI. V. A. Chapingo.
- Meléndez, G. 2003. Taller de abonos orgánicos. Residuos orgánicos y la materia orgánica del suelo. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) sabanilla, Costa Rica.
- Ortega C. O. F. C. 1982. Efectos de los ácidos húmicos de distinta procedencia y de sus sales sódicas sobre la elongación radicular de plantas de maíz (*zea mays* L.) y veza (*vicia sativa*). Análisis de edafología, tomo XII, Humus 5-6 Madrid España. - 45 -
- Padron, C. E. 2003. Diseños experimentales con aplicación a la agricultura y la ganadería. Ed. trillas, México, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Pág. 33-40.

- Piccinini, S., Bortone, G. (1991). The fertilizer value of agriculture manure: simple rapid methods of assessment. *J. Agric. Eng. Res.* 49: 197-208.
- Ramos, R. R. 2000. Aplicación de sustancias húmicas comerciales como productos de acción bioestimulante. Efectos frente al estrés salino. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante.
- Rebolledo, R. H. H. 2002. Manual SAS por computadora “análisis estadístico de datos experimentales”. Ed. Trillas México. pág. 52-89.
- Rosel, A. L. M. 2002. Comportamiento de los precios de la cebolla bola (*allium cepa* L.) en los principales centros de abasto: Guadalajara, Mérida, México y Monterrey 1990-2000. Tesis licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. Pág. 8-26.
- Sánchez, S. Z. 1998. Efecto de la aplicación de tres fuentes de giberelinas en el cultivo del tomate. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. Pág. 74-81.
- Schnitzer, M. 1978. Humic substances: Chemistry and reactions. En *Soil Organic Matter*. Edit. Schnitzer, M. y S.U. Khan. Elsevier Amsterdam. pp. 1-64.
- Schnitzer, M. 1990. Aliphatics in Soil Organic Matter in Fine-Clay Fractions. *Soil Science Society of American*. 54:98-105.
- Schnitzer, M., H. Diné, H.R. Schulten, T. Paré y S. Lafond. 2000. Humification of duck farm wastes. In: Ghabour, E.A., Davies, G. (Eds.) *Humic Substances: Versatile Components of Plants, Soil and Water*, The Royal Society of Chemistry. pp 20-34. .
- Schulten, H.R. y M. Schnitzer. 1995. 3-Dimensional models for humic acids and soil organic matter. *Naturwissenschaften*. 82:487-498.
- Stevenson, F.J. 1994. *Humus chemistry. Genesis, Composition, Reactions*. Second Edition. John Wiley y Sons. Inc.

Vaughan, D. y R.E. Malcolm 1985. Influence of humic substances on growth and physiological process. In: Soil Organic Matter and Biological Activity. pp. Eds. D. Vaughan and R.E. Malcolm. Boston, MA, USA: Martinus Nijhoff. Pp.37-75.

Citas de internet

Descripción general de la cebolla: http://es.wikipedia.org/wiki/Allium_cepa.

El cultivo de la cebolla Fuente: infoagro.com
<http://articulos.infojardin.com/huerto/cultivo-cebolla-cebollas.htm/>.

<http://www.monografias.com/trabajos87/crianza-lombriz-roja-californiana/crianza-lombriz-roja-californiana2.shtml>

<http://www.uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icbi/licenciatura/documentos/Analisis%20y%20caracterizacion%20de%20acidos.pdf>

<http://www.uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icbi/licenciatura/documentos/Analisis%20y%20caracterizacion%20de%20acidos.pdf>

Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable en el Estado de Tabasco OEIDRUS. Estadísticas básicas. Año agrícola 2009.
<http://www.campoyucatan.gob.mx>

<http://fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/cebollas-cebolla-temprana-cebolla-tarida-allium-cepa.htm>, consulta 24 de octubre del 2013.

<http://abonodelombriz.com/beneficios-del-abono/lixiviado-de-humus-de-lombriz/>, consulta 25 de octubre del 2013.