

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



**RESPUESTA DE LA CEBOLLA (*Allium cepa* L.) EN SU TERCER CICLO AL
USO DE LOMBRICOMPOSTA EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN A
CIELO ABIERTO.**

Por:

ROBERTO MORALES SOSA

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de :

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Mayo de 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

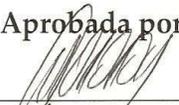
RESPUESTA DE LA CEBOLLA (*Allium cepa* L.) EN SU TERCER CICLO AL
USO DE LOMBRICOMPOSTA EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN A
CIELO ABIERTO

POR:
ROBERTO MORALES SOSA

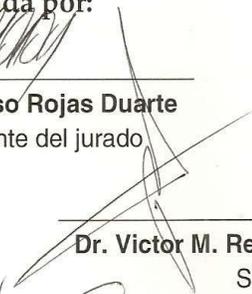
TESIS
Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador Como Requisito
Parcial Para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

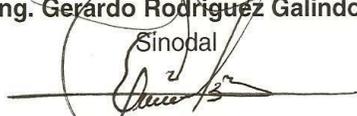
Aprobada por:


MC. Alfonso Rojas Duarte
Presidente del jurado


Dr. Emilio Rascón Alvarado
Sinodal


Dr. Víctor M. Reyes Salas
Sinodal


Ing. Gerardo Rodríguez Galindo
Sinodal


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Mayo de 2011. Coordinación
División de Agronomía

AGRADECIMIENTOS

A mi **Alma Terra Mater**, por abrirme las puertas del conocimiento para superarme como persona y como profesional, por permitirme ser parte de tu familia, la gran familia Narro.

Al **Dr. Emilio Rascón Alvarado**, por su gran y valioso apoyo para la realización de este proyecto, por su atinada intervención y por motivarme a realizar este trabajo.

Al **Mc. Alfonso Rojas Duarte**, por apoyarme en la realización de este trabajo, y por los conocimientos que me brindó en las aulas.

Al **Dr. Víctor Reyes Salas**, gracias por apoyarme en la realización de este proyecto, por sus ánimos de seguir adelante y por mostrarnos siempre que el camino no es fácil, pero que siempre podremos llegar al final.

Al **Ing. Gerardo**, por aceptar ser parte del jurado de este trabajo, por su apoyo al inicio de este proyecto.

Al **maestro Francisco A. Esquivel Sánchez**, por ser un guía en este camino llamado vida, por que más que un maestro, es un gran amigo, gracias por brindarme su confianza y su amistad, por que siempre que se necesita está presente, y por compartir conmigo algo que ya es indispensable en mi vida, el amor al arte (Pintura y Fotografía).

A **mis amigos**: Yanis Licet Muñoz, Elena de la Cruz, Emilio García, Rosa Isabela Peñate, Jorge Chávez, Elizabeth Ramírez, Melchor Padilla, Flor de María, Verónica Maldonado, gracias por brindarme su amistad y confianza, por compartir tantos momentos maravillosos.

A mis **maestros**, gracias por transmitirme sus conocimientos por impulsarme a siempre seguir hacia adelante.

A todas aquellas personas que me ayudaron a la realización y término de este trabajo de investigación.

DEDICATORIAS

A **Dios** por darme la vida y permitirme nacer en la familia que tengo y que amo con todas las fuerzas de mi corazón, por ser mi guía y mi luz en los caminos de obscuridad, por permitirme concluir una de las etapas mas importantes en mi formación como persona.

A mi Madre:

Elena Sosa Saavedra, por darme la vida y la familia que tengo, por que siempre me guiaste por el camino del bien, gracias por tus consejos y confianza que siempre depositaste en mi, mil gracias por tu lucha incansable para sacarnos adelante, por que siempre quisiste brindarnos lo mejor, gracias por las noches de desvelos cuando me enfermaba, por cuidarme y protegerme siempre. Gracias por tu ejemplo, por que gracias a ti ahora me estoy superando, por que siempre que te necesité estabas ahí dispuesta todo, nunca me cansare de estar orgulloso y agradecido contigo madre, te amo mami con todas las fuerzas de mi corazon

A mi Padre:

Francisco Javier Morales Calero, por ser mi guía y ejemplo, por enseñarnos los caminos de la vida, por los consejos que me das y por el amor que me demuestran tus acciones, por que siempre estaré orgulloso de ser tu hijo, gracias por el apoyo que siempre me brindaste para ser un profesionista, por enseñarme a trabajar el campo y aprender a amar lo que nos alimenta, gracias por ser mi padre, te amo papá.

A mis Hermanos:

Raymundo Morales, gracias por tu apoyo para poder terminar mis estudios profesionales por que a pesar de tus propias necesidades

siempre me apoyaste cuando lo necesité, gracias por todo lo que me diste siempre estaré agradecido contigo, te quiero hermano.

A Maria Luisa, Isaura, Rodrigo, Lorena y Anayeli:

Gracias por su apoyo incondicional, por su compañía y cariño, por que también se sacrificaron en algunas cosas por mí, para que yo tuviera una profesión, gracias por los momentos maravillosos que hemos compartido juntos y por su cariño, los quiero mucho.

A mi Abuelo(†)

Erasmus Sosa Rivas, donde quiera que estés abuelo, mil gracias por el apoyo que siempre me brindaste, por tus consejos y por el cariños que siempre me diste.

A toda mi familia:

Mis tios, primos, abuelas, gracias por todos los buenos momentos que pasamos juntos y por que de una u otra forma colaboraron en mi educacion.

A **ti amor**, gracias por el apoyo que siempre me brindas y por que siempre que te necesito estas ahí a mi lado, brindandome tu amor, cariño y comprensión, por que hemos compartido tantos bellos momentos que quedaran grabados para siempre en mi corazón, gracias por ser parte de mi vida, y permitirme ser parte de la tuya, siempre estaras en mi mente y en mi corazón, te amo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	3
HIPÓTESIS.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Agricultura orgánica.....	4
Lombricomposta.....	5
Empleo agrícola de la lombricomposta.....	6
Cobertura vegetal.....	7
Cultivo de la cebolla.....	11
Requerimientos de clima, suelo y fertilización.....	14
Ciclo vegetativo.....	15
Composicion química.....	17
MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
Localidad donde se realizó la investigación.....	18
Ubicación geográfica.....	18
Materiales.....	19
Métodos.....	20
Diseño experimental.....	21
Variables evaluadas.....	21
Altura final de planta.....	21
Peso fresco de follaje.....	21

	Pág
Peso fresco de raíz.....	22
Diámetro ecuatorialde bulbo.....	22
Rendimiento de bulbo.....	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
Análisis de varianza.....	24
Conportamiento del cultivo de cebolla por efecto de las dosis de lombricomposta en dos sistemas de producción en las variables...	27
Altura final de planta.....	27
Peso fresco de follaje.....	29
Peso fresco de raíz.....	31
Diámetro ecuatorialde bulbo.....	34
Rendimiento de bulbo.....	36
CONCLUSIÓN.....	40
LITERATURA CITADA.....	41
APÉNDICE.....	45

ÍNDICE DE CUADROS

No. cuadro	Descripción	Pág.
3.1	Tratamientos empleados en la investigación.....	20
4.1	Cuadrados medios y significancias para tres de las variables evaluadas en el análisis de varianza en producción de cebolla con seis niveles de lombricomposta a cielo abierto, con dos sistemas de producción.....	24
4.2	Medias de los sistemas de producción con seis niveles de lombricomposta en plantas de cebolla.....	26
A.1	Medias de las variables evaluadas en producción de cebolla con seis niveles de Lombricomposta.....	44
A.2	Medias de las variables evaluadas en producción de cebolla con seis niveles de Lombricomposta en dos sistemas de producción en la variable altura de planta.	44
A.3	Medias de las variables evaluadas en producción de cebolla con seis niveles de Lombricomposta en dos sistemas de producción en la variable peso fresco de follaje.....	45
A.4	Medias de las variables evaluadas en producción de cebolla con seis niveles de Lombricomposta en dos sistemas de producción en la variable peso fresco de raíz.....	45
A.5	Medias de las variables evaluadas en producción de cebolla con seis niveles de Lombricomposta en dos sistemas de producción en la variable diámetro ecuatorial de bulbo.....	46
A.6	Medias de las variables evaluadas en producción de cebolla con seis niveles de lombricomposta en dos sistemas de producción en la variable rendimiento.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

No. figura	Descripción	Pág.
3.1	Ubicación de sitio experimental.....	19
4.1	Efecto de las aplicaciones de lombricomposta en dos sistemas de producción en la altura final en plantas de cebolla.....	27
4.2	Efecto de las aplicaciones de lombricomposta en dos sistemas de producción en el peso fresco de follaje en plantas de cebolla.....	29
4.3	Efecto de las aplicaciones de lombricomposta en dos sistemas de producción en el peso fresco de raíz en plantas de cebolla.....	32
4.4	Efecto de las aplicaciones de lombricomposta en dos sistemas de producción en diámetro ecuatorial de bulbo en plantas de cebolla.....	34
4.5	Efecto de las aplicaciones de lombricomposta en dos sistemas de producción en rendimiento de bulbo en plantas de cebolla.....	37

RESUMEN

La conservación del suelo y agua son unas de las prácticas más importantes de la agricultura, como el uso de prácticas de conservación del suelo que previenen la erosión y mantienen la fertilidad, el empleo de coberturas vegetales y formas de fertilización orgánica surgen de la necesidad de preservar el agua del suelo, la recuperación de la fertilidad de los suelos con sistemas de producción sostenibles. En base a esto, se realizó el presente trabajo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en el período, septiembre de 2009 a abril de 2010. El objetivo principal del trabajo fue, determinar la relación de lombricomposta (Lc) y suelo en relación a características de desarrollo de planta y su rendimiento en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.), por medio del uso de cobertura vegetal sobre el suelo, donde se contó con 6 tratamientos: 100, 80, 60, 40, 20, y 0 por ciento de Lc., en dos sistemas de producción (con cobertura vegetal al suelo y sin cobertura). El diseño experimental utilizado fue bloques completamente al azar con arreglo factorial A*B. Los resultados obtenidos para el Factor A, % de lombricomposta mostraron que, el tratamiento con los valores más altos fue el tratamiento 2 (80% de Lc.) en las variables, rendimiento y diámetro ecuatorial de bulbo, y para el Factor B, sistemas de producción, los valores superiores fueron en el sistema 1 (con cobertura vegetal), observando diferencias altamente significativas.

Palabras clave: Cebolla, Lombricomposta, Cobertura vegetal, Sistemas de producción.

INTRODUCCIÓN

La cebolla (*Allium cepa* L.) es considerada como una de las hortalizas de consumo habitual en la dieta del mexicano, este bulbo ocupa un lugar muy privilegiado dentro de las hortalizas cultivadas en nuestro país. En los últimos años sea ubicado en la posición número cinco dentro de la superficie dedicada al cultivo de hortalizas, mientras que lo referente a sus volúmenes de producción y valor se encuentra en el número cuatro, siendo precedida solamente por el tomate, la papa y el chile verde

Según Hanelt citado por Brewster (2000) las cebollas se han cultivado durante 5.000 años o más y actualmente no existen como especies silvestres. Se piensa que se domesticaron en primer lugar en las regiones montañosas de Turkmenistán, Uzbekistán y en el norte de Irán, Afganistán y Pakistán.

Los *Alliums* comestibles constituyen un importante cultivo a nivel mundial. La cebolla es el *Allium* predominante en cuanto al volumen de producción y comercialización con casi 28 millones de toneladas anuales. Solo los tomates y las coles superan en importancia a la cebolla (FAO, 1991). Los bulbos de cebolla se producen desde las regiones subárticas del norte de Finlandia hasta los trópicos húmedos, aunque están mejor adaptadas a la producción en las regiones subtropicales y en las áreas templadas. Los bulbos de cebolla se almacenan y transportan fácilmente, existiendo un comercio

internacional de aproximadamente dos millones de toneladas anuales, equivalente a unos 400 millones de dólares americanos (Brewster, 2001).

La lombricultura es un proceso de biotecnología en la cual la lombriz de tierra funge como herramienta de trabajo para la transformación de desechos en productos orgánicos útiles, la protección de la vida y del ambiente, y como fuente de proteínas para la alimentación animal y humana.

La lombricultura como su nombre lo indica, significa cultivo de lombrices aunque en la última década se habla de la lombricultura como una biotecnología en la cual se utiliza a la lombriz de tierra como herramienta de trabajo para la transformación de desechos orgánicos.

Desde el punto de vista ecológico la lombricultura reduce los problemas de contaminación generado por las grandes cantidades de desechos orgánicos que se producen diariamente en las comunidades humanas. (Martínez, 1999).

La manera de evitar ciertos fenómenos negativos, en el suelo como la erosión es simple y económica: consiste en cubrir el suelo desnudo con algún material orgánico económico y fácil de conseguir. Esta técnica fundamental en agricultura orgánica, se conoce como mulching o acolchado.

El uso de una capa de acolchado o mulch hecho con el material adecuado tiene, además, otras virtudes: se puede usar para proteger ciertos frutos delicados del contacto directo con el suelo, evitando así que se ensucien (frutillas) o se pudran. Otro efecto positivo del mulch es la lenta liberación de sustancias nutritivas y mejoradoras de la estructura del suelo que tiene lugar a lo largo del prolongado período de descomposición. La presencia de una

cobertura orgánica favorece a la actividad de hongos y bacterias descomponedoras de la celulosa, los que a su vez refuerzan, con sus secreciones la consolidación de los grumos tan necesarios para el correcto balance del agua y el aire en el suelo (Schnitman y Lernoud, 1992).

A últimas fechas el sistema de producción agrícola mediante el empleo de sustratos orgánicos como la lombricomposta y empleando cobertura vegetal al suelo, ha venido teniendo auge en vista de los mejores ahorros de agua, por lo cual se plantea la siguiente investigación con las hipótesis y objetivos siguientes:

OBJETIVOS

Determinar la relación de lombricomposta y suelo en relación a características de desarrollo de planta y su rendimiento en el cultivo de cebolla, por medio del uso de cobertura vegetal sobre el suelo.

HIPÓTESIS

El uso de lombricomposta al suelo genera un mejor desarrollo de la planta y producción de bulbo en cebolla.

La presencia de cobertura vegetal sobre el suelo producirá mejores características de desarrollo en plantas y producción de bulbo en cebolla.

REVISIÓN DE LITERATURA

Agricultura orgánica

Una nueva forma de hacer agricultura, vinculada con la producción de alimentos sanos y orientados al mercado de exportación, ha venido ganando importancia en la agricultura mundial desde los años 80; se refiere a la agricultura orgánica, ecológica o biológica.

El surgimiento de esta agricultura se explica porque en las últimas décadas se han presentado en el mundo cambios importantes de la demanda y consumo de alimentos. Dichos cambios responden principalmente a una fuerte preocupación por la salud y a las nuevas exigencias en los gustos y preferencias de los consumidores, así como a la mayor conciencia que ahora se tiene de la necesidad de proteger al medio ambiente.

La agricultura orgánica de México ha mostrado que, a pesar de ser el subsector agrícola más pequeño, es el más dinámico en el ámbito nacional, pues en plena crisis económica ha aumentado su superficie en 134%, a la vez que ha crecido en forma impresionante en diversidad de productos y en zonas de producción campesina. Los mayores desafíos que tiene que superar en estos momentos la agricultura orgánica mexicana recaen principalmente en dos

aspectos centrales: la certificación y la validación del cumplimiento de los estándares impuestos por la normatividad orgánica internacional.

La producción orgánica .representa ya un rubro sobresaliente de la economía nacional; gracias a que cubre más de 54,000 hectáreas certificadas bajo un esquema de producción sostenible y que genera al año más de 70 millones de dólares en divisas (Gómez, *et al.*, 1999).

La agricultura orgánica no es solo una postura en contra del uso de sustancias químicas o a favor de un retorno a las viejas tradiciones agrícolas. Los métodos orgánicos están basados en el estudio cuidadoso de la naturaleza y la consecuente colaboración con los ciclos de crecimiento, muerte y descomposición que conserva el suelo vivo y productivo (Schnitman y Lernoud, 1992).

Lombricomposta

La lombricomposta es la excreta de la lombriz, la cual se alimenta de desechos en descomposición, asimila una parte para cubrir sus necesidades fisiológicas y otra parte la excreta. Este material también conocido como vermicomposta y humus de lombriz.

La composición y calidad de la lombricomposta está en función del valor nutritivo de los desechos que consume la lombriz, la cantidad de nutrimentos contenidos en la lombricomposta es muy variable. La característica más

importante de la lombricomposta es su alta carga microbiana, la cual le hace ubicarse como un excelente material regenerador de suelos.

La lombricomposta tiene un pH prácticamente neutro con valores que oscilan entre 6.8 y 7.2, característica que le permite ser aplicada aun en contacto directo con la semilla, sin causarle daño, sino al contrario, creando un medio desfavorable para ciertos microorganismos patógenos y favorable para el desarrollo de las plantas; de ahí el interés en ser aplicado en cultivos susceptibles a ciertas enfermedades de la raíz principalmente.

EL color de la lombricomposta varía entre el negro, café oscuro y gris dependiendo del desecho reciclado; no tiene olor y es granulado (Martínez, 1999).

Empleo de la lombricomposta en la agricultura

La lombricomposta se ha utilizado como apoyo en la agricultura con excelentes resultados, pero es necesario emplear grandes volúmenes. Es importante evaluar diferentes sustratos que estén disponibles en cada región, ya que es factible obtener lombricomposta de una gran variedad de materiales.

El uso de lombricomposta como sustrato de plántulas de lechuga como una fuente de nutrimentos que ayuda al crecimiento foliar y radical de éstos. Además, se ha aplicado en cultivos como el maíz dulce, con la finalidad de observar su comportamiento y eficiencia agronómica en un ciclo de crecimiento, favoreciendo el crecimiento y productividad de las diferentes variedades de plantas, tanto de ornato como comestibles (Rodríguez, *et al.* 2003)

Coberturas vegetales

La presencia de una cobertura organica favorece a la actividad de hongos y bacterias descomponedoras de la celulosa, los que a su vez refuerzan, con sus secreciones la consolidacion de los grumos tan necesarios para el correcto balance del agua y el aire en el suelo (Schnitman y Lernoud, 1992).

Algunos de los materiales que se pueden usar son:

Hojas: se descomponene muy lentamente, y si son usadas en capas gruesas existe el peligro de que impidan el paso del agua: Lo mejor es usarlas cuando ya estan parcialmente descompuestas.

Agujas de pino: Cultivos tales como la papaya y las frutillas se ven beneficiados por la acides que generan las hojas de pino al descomponerse. Para usarlas como cobertura en otros cultivos es mejor mezclarlas con otros materiales

Viruta de madera, corteza de arbol picadas: Uno de los mejores materiales sobre todo si se busca algo que dure mucho tiempo sin descomponerse.

Si el aserrín es muy fino, conviene mezclarlo con otro material mas grueso para que no se forme una capa impermeable y no se vuele con el viento.

Existen muchos otros materiales aprovechables: malezas, resto de cultivos, cañas, ramas finas, etcétera (Schnitman y Lernoud, 1992).

El material para el acolchado debe ser abundante y económico en la zona como la paja y el heno que al cabo de unas semanas y bajo condiciones de humedad y temperatura propicias, favorecen la aparición de hongos, visibles al levantar la cobertura como finísimos filamentos blancos que lo cubren todo. Estos hongos segregan sustancia fitotóxicas, capaces de inhibir la germinación de semillas, los trasplantes, así como plantas más desarrolladas y los árboles no suelen verse afectados por estas sustancias.

El mulch es ideal para los meses más cálidos del año, que son los de mayor actividad agrícola, por la facilidad con que se lo puede retirar, dejando así el terreno disponible en forma inmediata.

El uso de cobertura vegetal puede activar la población natural de microorganismos benéficos del suelo, como bacterias, hongos filamentosos y formadores de micorriza, actinomicetos, entre otros, al incrementarse la cantidad de carbono y nitrógeno orgánicos del suelo. Villareal, *et al.* 2010.

El material vegetal usado como acolchado incluye residuos de cultivos, tales como maíz, sorgo, arroz y otros cereales, malezas cortadas, especialmente de gramíneas, tales como *Panicum* spp. y *Paspalum* spp., y residuos de cultivos perennes, como banano, bagazo de caña de azúcar, cáscaras de coco y diversas especies de palmas. Aserrín y hasta papel se usa como acolchado.

Las cubiertas inhiben la germinación de semillas de malezas y retardan el crecimiento y desarrollo de muchas malezas, reducen la temperatura y erosión del suelo y conservan su humedad (Labrada, *et al.*, 1996.)

Contreras y Moreno en el 2005 mencionan que la cobertura vegetal muerta y la asociación de cultivos constituyen una alternativa a esta situación. Este sistema garantiza una protección continua al suelo, lo que repercute en el desarrollo del cultivo, mejorando la producción y reduciendo los aportes externos, aumentando la biodiversidad del agroecosistema. Estas técnicas son utilizadas para convergir en resultados económicos iguales o mejores, con un mínimo impacto ambiental.

La asociación de cultivos en conjunto con la cobertura vegetal muerta mantiene las interacciones entre el suelo y las plantas, de esta manera, se puede disminuir la aplicación de riego y pesticidas, que por su uso inadecuado están causando daños ecológicos, económicos y sociales.

Con estas técnicas, se estará mejorando la estructura, fertilidad y disponibilidad de nutrientes, para que los micro y macro organismos del suelo disminuyan la competencia por agua, luz, oxígeno, CO₂ y minerales. Además, las plantas aprovechan los nutrientes que la cobertura vegetal proporciona una vez que comienza su proceso de descomposición, incrementando la disponibilidad de elementos.

La cobertura vegetal muerta ofrece varias ventajas para el suelo: permite obtener una elevada diversidad biológica, incrementando la bioestructura del suelo; impide la erosión del suelo, al mantenerlo cubierto con vegetación; mejora la estructura del suelo y la estabilidad estructural; permite una elevada actividad microbiana en el suelo; sirve de nicho ecológico para la entomofauna útil; aporta materia orgánica al suelo; y las plantas cultivadas tienen al mismo tiempo condiciones favorables para su crecimiento, pues mantiene el calor y la humedad (Contreras y Moreno, 2005).

La mayoría de los mulch son orgánicos, basándose su elección en costo, apariencia y disponibilidad local. Su finalidad es prevenir la pérdida de humedad del suelo por evaporación, disminuir el desarrollo de malezas, disminuir las fluctuaciones de temperatura y promover la productividad. Sin embargo, es la conservación de la humedad del suelo y el aporte de nutrientes el principal efecto de su uso.

Los materiales que se utilizan para elaborar los mulch son variados y entre ellos se encuentran: la turba, chips de madera, corteza de pino, acícula de pino, paja, cortes de pasto, guano, restos de follaje, restos del cultivos entre otros.

Si bien su uso aún es limitado, cada día se difunde más debido al conocimiento de las características positivas de él. Es así como la aplicación de una cobertura vegetal a la superficie del suelo tiene el potencial de producir condiciones que son beneficiosas para el crecimiento de los cultivos, siendo al

mismo tiempo dañinas para ciertos patógenos del suelo tales como *Phytophthora* spp y nematodos. (Salas, 2008)

Cultivo de la cebolla

Los Alliums comestible comprenden algunas de las plantas cultivadas desde más antiguamente por el hombre. En Egipto se han encontrado representaciones de bulbos de cebolla y figuritas de bulbos de ajo que datan de hace más de 5.000 años. Estos cultivos evolucionaron a partir de plantas silvestres que crecían en las regiones montañosas de Asia central. Muchas de las especies silvestres de *Allium* son comestibles y algunas todavía se recolectan para la alimentación (Brewster, 2001).

La cebolla es una de las hortalizas de mayor importancia en la dieta del mexicano, por lo que existe una demanda bastante alta, encontrándose en todos los mercados durante todo el año. Hoy en día la cebolla se encuentra distribuida en todo el mundo (López, 1998).

Aspectos morfológicos según Hanelt, (1990), citado por (Castell, 2000).

Planta:

Es una planta herbácea bianual, que completa su ciclo en dos años, pero se cultiva como anual para la obtención de bulbos.

Sistema radicular:

El sistema radicular es de tipo fasciculado, capaz de llegar hasta unos 60 cm de profundidad, aunque normalmente no pasa de 20. Las raíces son internas, finas, poco divididas, bien provistas de pelos radicales en el tercio medio inferior, de color blanco y con el típico olor a sulfuro de alilo que impregna toda la planta.

Tallo:

El tallo está representado por el disco subcónico, que representa la base del bulbo, con entrenudos muy cortos, en el cual se insertan el sistema radicular fasciculado, por la parte inferior y las hojas carnosas que forman el bulbo por la parte superior

Hojas:

La hoja consta de dos partes bien diferenciadas: parte basal o vaina envolvente y parte superior (peciolo ensanchado sin verdadero limbo)

redondeada y hueca (típico de *Allium cepa*). Las hojas están dispuestas sobre el disco o tallo en disposición opuesta.

Flores:

Hermafroditas, pequeñas, blancas o violáceas que se agrupan en umbelas simples. El número de flores varía desde 50 hasta 2000 por umbela.

Fruto:

El fruto es una capsula trilocular, con 1 o 2 semillas por lóculo. Éstas son de forma irregular, de unos tres milímetros, con una superficie rugosa y de color negro. Cada fruto puede dar seis semillas pero en la práctica suelen haber 3 o 4.

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.

Requerimiento de suelo, clima y fertilización.

La cebolla se cultiva en diferentes tipos de suelo, desde suelos franco arenosos con una textura ligera a francos arcillosos más pesados. Los principales requerimientos para una buena producción son un buen drenaje, suelos ligeros, ausencia de malas hierbas, abundante materia orgánica y un pH de 5.8 a 6.5. La producción de bulbo tiene lugar más rápidamente en suelos ligeros que en los más pesados. El tamaño y calidad de bulbo dependen del tipo de suelo, fertilidad y variedad.

Los requerimientos de temperatura dependen de la etapa de desarrollo, para el crecimiento vegetativo en la etapa inicial, la temperatura debe situarse entre los 12,8 y 23,9°C, mientras que en la formación de bulbo, las temperaturas más favorables se sitúan entre los 15,6 y 21,0°C. Las plantas jóvenes son más tolerantes al frío que las plantas viejas. Las cebollas necesitan días largos para iniciar la formación de bulbo, las cebollas también requieren mucho sol y crecen bien incluso en tiempo frío si la intensidad de la luz es superior al nivel crítico.

Las cebollas pueden cultivarse en elevaciones de 1500 - 2.330 m, pero en altitudes superiores sólo pueden cultivarse como cosecha de primavera o verano.

Una pluviometría alta (>100 cm) es perjudicial para el crecimiento y formación de bulbo de cebolla. Pueden obtenerse bulbos de mejor calidad y

mayores rendimientos cuando las condiciones ambientales durante la fase previa a la formación del bulbo son óptimas, como temperaturas suaves, suficiente luz solar, niveles óptimos de humedad del suelo, lluvias ligeras y longitud adecuada del día, seguido de un tiempo seco y luminoso durante la maduración.(Salunkhe y Kadam, 2004).

Según Yawalkar y Col citado por Salunkhe y Kadam (2004), la cebolla requiere un gran aporte de nitrógeno, fósforo y potasio. Una cosecha de la cebolla que rinde 30 toneladas de bulbo requiere 73 kg de nitrógeno, 36 kg de fosforo y 68 kg de potasio. El nitrógeno es esencial durante la fase inicial de crecimiento pero el exceso de nitrógeno produce un crecimiento suculento y plantas robustas.

Sin embargo Kale y Kale sugiere que una cosecha de 27.4 toneladas de bulbo requiere 71 kg de N, 40 de F y 35.5 de K, otras recomendaciones incluyan la aplicación de 50 kg de N, 50 kg de fosfato y 100 kg de potasa por hectárea. Las recomendaciones de fertilizante varían tanto en cantidad como en tipo de fertilizante a ser aplicado, también depende de la variedad, estación y tipo de suelo.

Ciclo vegetativo

Según Salunkhe y Kadam (2004) señalaron la secuencia del proceso en el crecimiento y desarrollo de la cebolla. La semilla de la cebolla contiene al embrión y al endospermo. El embrión, bajo condiciones favorables de

germinación empieza a crecer activamente y moviliza los nutrientes desde el endospermo. En la germinación de la semilla, la radícula surge y se fija en la tierra.

Entonces surge el cotiledón y, por alargamiento, forma una estructura curvada que rompe la superficie o la tierra mientras la semilla todavía está debajo del nivel del suelo. La hoja de la semilla continúa el crecimiento en la base hasta que el resto de la semilla se eleva sobre el nivel del suelo, todavía unida a la punta del cotiledón.

El crecimiento meristemático de las plantas continúa bajo el suelo donde el cotiledón se une a la radícula. Desde el punto de crecimiento, la planta desarrolla una serie de hojas que crecen desde el tallo engrosado o la base de la planta.

La planta llega a un momento en el que deja de formar hojas y el ápice comienza a formar varias vainas de hojas sin limbo espesas y concéntricas, formando las escamas del bulbo, Junto con las vainas de las hojas inferiores de las hojas más viejas, constituyen la parte carnosa del bulbo de cebolla.

Cuando cesan de producirse hojas, el cuello de la cebolla se vuelve hueco y la parte superior de las hojas se marchitan, Las hojas verdes gradualmente envejecen y mueren, pero en este periodo los nutrientes de las hojas siguen siendo transportados al bulbo, que los sigue almacenando

Composición química

Las cebollas frescas contienen 86.8 % de agua, 11.6 % de carbohidratos (incluyendo 6-9 % de azúcares solubles), 1,2 % de proteínas, 0,1 % de grasas, 0,2-0,5 % de calcio, 0,05 % de fósforo y trazas de Fe, Al, Cu, Zn, Mn, caroteno, tiamina, riboflavina, ácido nicotínico y ácido ascórbico. La composición de la cebolla varía según la variedad y las condiciones agronómicas y medioambientales de crecimiento.

Las cebollas son ricas en compuestos azufrados. La enzima alliinasa hidroliza los S-alq(en) y 1 cisteinosulfóxido para producir piruvato, amoníaco y varios compuestos azufrados volátiles asociados con el sabor y olor de la cebolla, esto sucede cuando se dañan o rompen las células. (Salunkhe, 2004)

MATERIALES Y MÉTODOS

Localidad donde se realizó la investigación

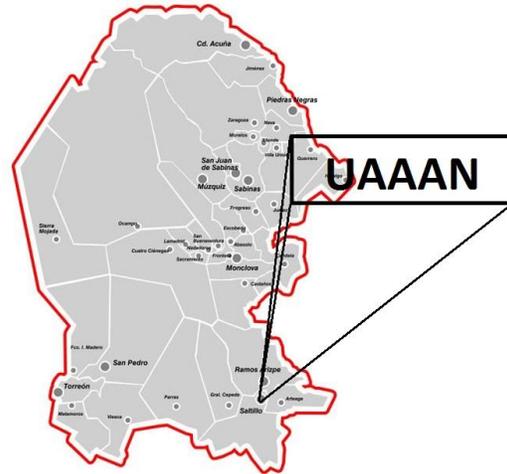
El presente trabajo se realizó en el Departamento de Ciencias del Suelo, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado en Buenavista, Saltillo, Coahuila, durante el período, de septiembre del 2009 a abril del 2010

Ubicación Geográfica

La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro se encuentra ubicada en la localidad de Buenavista, Saltillo, Coahuila, situada en las coordenadas 25° 23' latitud Norte y 101° 00' longitud Este, con una altura media de 1743 msnm.

Posee un clima semicálido, la temperatura media es de 16.6°C con un régimen de lluvias intermedias entre verano e invierno, con una precipitación anual alrededor de 443 mm y una evaporación promedio de 2167 mm.

Figura 3.1 Ubicación del Sitio Experimental.



Materiales

Lombricomposta: Para este caso las mezclas ya estaban hechas de los ciclos anteriores, el material usado para la combinación de las mezclas de lombricomposta fue compostado a partir de excretas de bovinos de leche, mediante el composteo de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*).

Suelo: El tipo de suelo utilizado en el experimento fue un suelo arcilloso (Calcisoles).

Cobertura vegetal: En el experimento se utilizó residuos y podas de pasto San Agustín.

Estanques de concreto: El experimento se estableció en estanques de concreto de 10 m de largo por 1 m de ancho, con una profundidad de ½ m.

Semilla: La semilla utilizada en el experimento fue de cebolla blanca variedad Cojomatlán.

Métodos

Diseño experimental

Se utilizaron 6 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, dándonos 18 unidades experimentales. Se utilizó un diseño bloques completos al azar y la prueba de medias de Tukey al 0.05, analizados con el paquete de diseños experimentales SAS (statistical analysis System): versión 9, 2002.

Cuadro 3.1 Tratamientos empleados en la investigación.

Número Tratamiento	% de Suelo	% de Lc.	Cobertura vegetal
1	0	100	SI
2	20	80	SI
3	40	60	SI
4	60	40	SI
5	80	20	SI
6	100	0	SI
1	0	100	NO
2	20	80	NO
3	40	60	NO
4	60	40	NO
5	80	20	NO
6	100	0	NO

Diseño experimental.

Completamente al azar con arreglo factorial A*B

Modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

i= 1, 2, 3, 4, 5, 6: niveles del factor A

j= 1, 2: niveles del factor B

K= repeticiones

VARIABLES EVALUADAS**Altura final de planta.**

Las alturas se tomaron de dos plantas por cada repetición tomando la lectura desde la base hasta el ápice de la hoja más alta con la ayuda de un metro, se saco la media de las dos plantas

Peso fresco de follaje.

Una vez etiquetada la planta, se limpió y ordenó, y finalmente se procedió a cortar el follaje de la planta y a ser pesada con ayuda de una balanza analítica, para registrar los datos en gramos de peso fresco de follaje.

Peso fresco de raíz.

En primer lugar se lavó la raíz con agua corriente para eliminar los excesos de tierra posterior a eso se cortó la raíz y se secó con un papel absorbente y se procedió a pesar con una balanza analítica y los datos se registraron en gramos.

Diámetro ecuatorial de bulbo.

Al terminar de tomar el peso de cada uno de los bulbos, se procedió por tomar las lecturas del diámetro ecuatorial de cada bulbo para después sacar la media de cada repetición y finalmente una media de cada uno de los tratamientos.

Rendimiento de cebolla.

Una vez terminado el experimento se procedió por recoger a los bulbos de cada uno de los tratamientos, pesando a cada bulbo por separado, posterior a eso se sumo el peso total de bulbos por repetición y luego se saco una media de las repeticiones para obtener la media de cada tratamiento en los dos sistemas de producción, estos datos se extrapolaron a toneladas por hectárea.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Es bien sabido que México cuenta con una variedad y diversidad de climas, suelos, personas, costumbres, etc. Y esto hace un país atractivo para producir hortalizas durante todo el año en una presentación de fresca y calidad consistente.

La Cebolla se trata de un cultivo muy extendido por todo el mundo, pues hay gran número de cultivares con distinta adaptación a las diferencias de climatología que influyen en su vegetación. A pesar de ello no todos los países cubren sus necesidades, y han 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 t) bastante más de lo que exporta (1.100.000). Los grandes importadores de cebolla europeos (Francia y Alemania) están incrementando rápidamente su producción. En América, los principales países productores son: México, Ecuador, Jamaica y Paraguay.

Análisis de varianza

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

Cuadro 4.1 Cuadrados medios y significancias para tres de las variables evaluadas en el análisis de varianza en producción de cebolla con seis niveles de lombricomposta a cielo abierto, con dos sistemas de producción.

FV	GL	Altura de planta (cm)	Diámetro ecuatorial de bulbo (mm)	Rendimiento (Ton/ha)
Lombricomposta	5	137.02*	69.15 ^{NS}	39.19 ^{NS}
Cobertura	1	565.25**	310.11 ^{NS}	595.11**
Lc. *cobertura	5	32.07 ^{NS}	113.00 ^{NS}	40.05 ^{NS}
EE	24	45.15	122.33	26.55
Coef. Var. (%)		11.82	28.90	37.11

** = significancia al 0.01

* = significancia al 0.05

NS= No significativo

En primer lugar para la fuente de variación, niveles de Lombricomposta (Factor A) se encontraron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) para altura final de plantas de cebolla. Para las variables rendimiento de bulbo y diámetro ecuatorial de bulbo no se observaron diferencias significativas (NS).

En segundo lugar para la fuente de variación de Cobertura vegetal, (Factor B), se encontraron diferencias altamente significativas ($P \geq 0.01$), para las variables, rendimiento de bulbo de cebolla y altura final de planta. Para la variable diámetro ecuatorial de bulbo no se observaron diferencias significativas (NS).

El coeficiente de variación no se comporto de manera normal ya que supero la regla, que menciona que el coeficiente de variación tiene que ser menor a 30 y para el caso de Rendimiento de bulbo llego a 37, esto, no fue por fallas al momento de la toma de datos, más bien pudo haber sido por que se murieron muchas plantas las cuales fueron sustituidas por nuevas, no alcanzando a desarrollarse de manera favorable por la época de trasplante. Esto se resume a que mientras mayor sea el valor de C.V., mayor heterogeneidad de los valores de las variables; y a menor C.V., mayor homogeneidad en los valores de la variable.

El comportamiento estadístico observado en el experimento, demostró que el empleo de los seis diferentes porcentajes de lombricomposta en dos sistemas de producción, tuvo un desarrollo favorable en las variables evaluadas, apreciado en las significancias altas (Cuadro 4.1); donde el mayor resultado obtenido fue con el sistema de producción número 1 (con cobertura vegetal al suelo) obteniendo diferencias altamente significativas en las variables, altura de planta y rendimiento de bulbo.

En altura de planta se obtuvo con el sistema de producción número 1 un 13.03% superior al sistema de producción 2 y en la variable rendimiento, fue superior en un 45.30%.

En cuanto a los porcentajes de lombricomposta, los tratamientos que respondieron con los valores más altos fueron el tratamiento 2 (80% de Lc.) en las variables diámetro ecuatorial de bulbo y rendimiento; para el tratamiento 3 (60% de Lc.) respondió de forma favorable la altura de planta.

Comportamiento del cultivo de cebolla por efecto de dos sistemas de producción con seis niveles de lombricomposta

Cuadro 4.2 Medias de los sistemas de producción con seis niveles de lombricomposta en plantas de cebolla.

Sistemas de producción	Altura de planta (cm)	Diámetro ecuatorial de bulbo (mm)	Rendimiento (Ton/ha)
Con cobertura vegetal	60.792 A	41.198 A	17.951 A
Sin cobertura vegetal	52.867 B	35.328 A	9.819 B
Tukey, $\alpha=0.05$			

Altura final de planta

Una vez realizados los análisis estadísticos se observó que el sistema de producción número 1 (con cobertura vegetal al suelo), proporcionó mayores

resultados en las variables evaluadas en el cultivo de cebolla, obteniendo una media de los tratamientos de 60.79 centímetros, así obtuvo un 13.03% superior al sistema de producción número 2 (sin cobertura vegetal al suelo) con una media de los tratamientos de 52.86 centímetros. Figura 4.1.

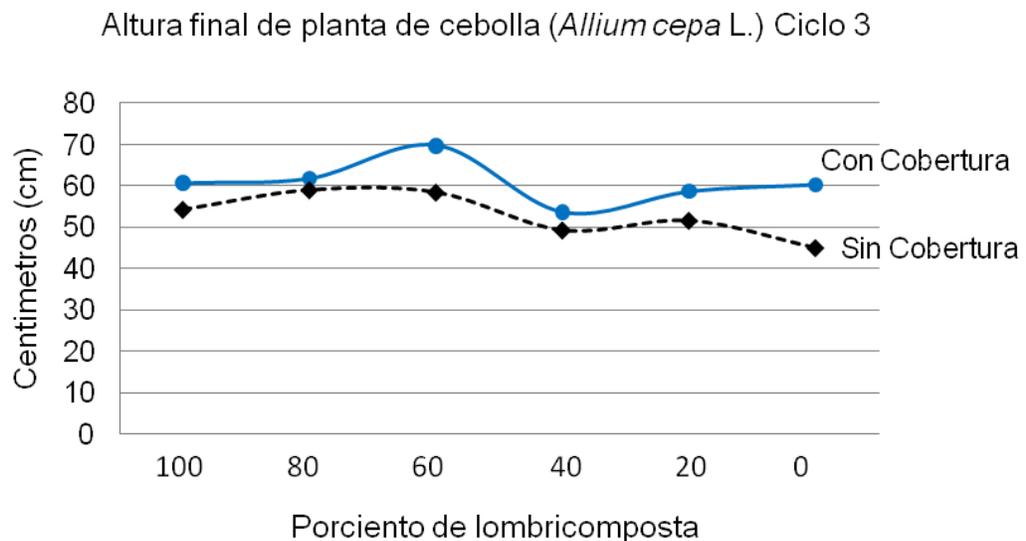


Figura 4.1 Efecto de las aplicaciones de lombricomposta en dos sistemas de producción en la altura final en plantas de cebolla.

El tratamiento número 3 (60% de Lc.) de el sistema de producción número 1 fue el que obtuvo el mayor efecto sobre la variable altura de planta con una media de 69.72 centímetros, superando al testigo, tratamiento 6 (0% de Lc.) con 13.55% y el tratamiento con valores mayores en el sistema número 2 fue el tratamiento 2 con una media de 58.92 centímetros superando al testigo con un 23.67%.

Lo anterior se relaciona con lo publicado por Rodríguez, *et al.*, 2003, donde menciona que la aplicación de lombricomposta mejora la germinación y

crecimiento de diferentes tipos de plantas, debido a la gran cantidad de nutrientes presentes en la lombricomposta y que no se encuentran en los fertilizantes químicos en su totalidad.

Como los son, el nitrógeno, fósforo, potasio soluble, así como calcio y magnesio La lombricomposta también es un contenedor biológico de sustancias activas y reguladoras del crecimiento de las plantas en un medio de crecimiento o almácigo.

La Figura anterior, muestra que el sistema de producción número 1 fue el que obtuvo mayor respuesta en cuanto a altura de planta, Villareal, *et al.* 2010, nos dice que el uso de cobertura vegetal puede activar la población natural de microorganismos benéficos del suelo, como bacterias, hongos filamentosos y formadores de micorriza, actinomicetos, entre otros, al incrementarse la cantidad de carbono y nitrógeno orgánicos del suelo.

Todo lo mencionado anteriormente concuerda con lo obtenido por, Duicela, *et al.* (2003), donde los resultados que se derivaron del experimento indican que el uso de cobertura vegetal aplicado en los espacios entre hileras del cafetal tienen un efecto significativo sobre el incremento de la producción de los cafetales arábigos, equivalente al 21% más en relación del testigo sin cobertura.

Peso fresco de follaje

El follaje (Hojas) son los órganos de las plantas verdes encargados de la asimilación de CO₂, ya que en ellas se realiza la función fotosintética. También realizan funciones de respiración, transpiración y en caso de lesión pueden emitir yemas, por ello es muy importante saber el peso fresco del follaje.

De acuerdo con la Figura 4.2, se observó que el sistema de producción número 1, proporcionó mayores resultados en las variables evaluadas en el cultivo de cebolla, obteniendo una media de los tratamientos de 38.65 gramos, así obtuvo un 25.09% superior al sistema de producción número 2, con una media de los tratamientos de 28.95 gramos.

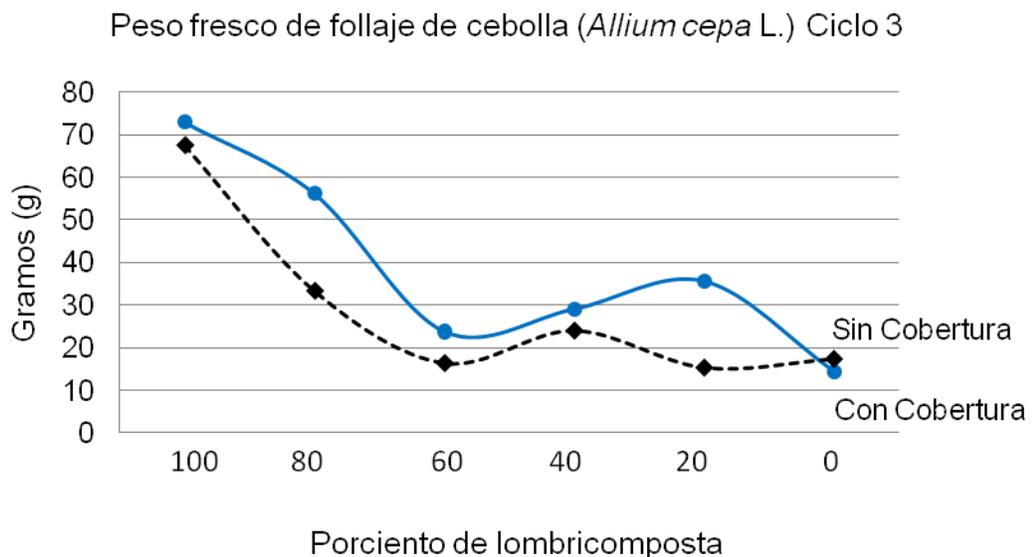


Figura 4.2 Efecto de las aplicaciones de lombricomposta en dos sistemas de producción en el peso fresco de follaje en plantas de cebolla.

El mayor peso fresco de follaje se obtuvo en el tratamiento número 1 (100% de Lc) con una media de 73 gramos, superando al testigo, (tratamiento número 6, 0% de Lc.) con un 80.31%, esto para el caso del sistema de producción número 1 con presencia de cobertura vegetal al suelo.

Esto concuerda con Ayala *et al.* (2001), citado por Rodríguez en el 2003, en donde el reporta el uso de lombricomposta como sustrato para la producción de plántulas de lechuga como una fuente de nutrimentos que ayuda al crecimiento foliar. Además, menciona que se ha aplicado en cultivos como el maíz dulce, con la finalidad de observar su comportamiento y eficiencia agronómica en su ciclo de crecimiento, reporta que favorece el crecimiento y la productividad de las diferentes variedades de plantas, tanto de ornato como comestibles.

Para el sistema de producción 2 el tratamiento que obtuvo una mayor respuesta en la variable peso fresco de follaje fue el tratamiento número 1 (100% de Lc.) ganó mayor peso con una media de 67.49 gramos, superando al testigo, tratamiento 6 (0% de Lc) con un 74.33%.

La cobertura vegetal muerta ofrece varias ventajas para el suelo: permite obtener una elevada diversidad biológica, incrementando la bioestructura del suelo; impide la erosión del suelo, al mantenerlo cubierto con vegetación.

Mejora la estructura del suelo y la estabilidad estructural; permite una elevada actividad microbiológica en el suelo; aporta materia orgánica al suelo; y

las plantas cultivadas tienen al mismo tiempo condiciones favorables para su crecimiento, pues mantiene el calor y la humedad Contreras y Moreno,(2005).

Peso fresco de raíz

Las raíces son estructuras especializadas que fijan la planta al suelo e incorporan agua y minerales esenciales. La raíz embrionaria, o radícula, es la primera estructura que rompe la cubierta seminal y se elonga rápidamente. Las raíces jóvenes tienen una capa externa de epidermis y, a lo sumo, una cutícula muy delgada.

Prolongaciones de las células epidérmicas forman los pelos radicales, que incrementan en sumo grado la superficie absorbente de la raíz. Es muy importante saber la cantidad de raíces que tenían las plantas para saber el grado de absorción y alimentación de las plantas, que en este caso sería el grado de almacenamiento en el bulbo.

De acuerdo con la Figura 4.3, se observó que el sistema de producción número 1 y el sistema de producción número 2 se comportaron de la misma manera obteniendo ambos tratamientos una media de 8.5 gramos de peso fresco de raíz.

Peso fresco de raíz de cebolla (*Allium cepa* L.) Ciclo 3

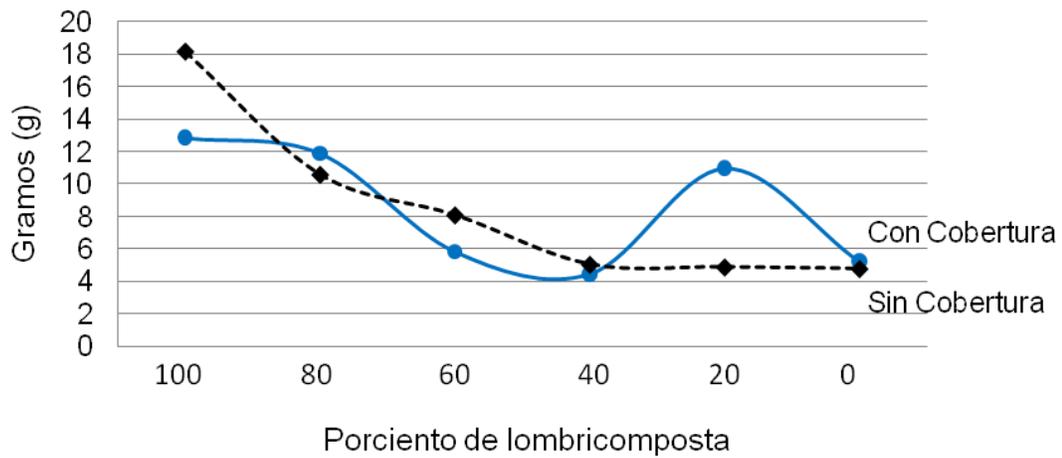


Figura 4.3 Efecto de las aplicaciones de lombricomposta en dos sistemas de producción en el peso fresco de raíz en plantas de cebolla

El tratamiento número 1 (100% de Lc.), en el sistema de producción número 1 fue el que obtuvo el mayor efecto sobre el peso fresco de raíz con una media de 12.85 gramos, superando este al testigo, tratamiento 6 (0% de Lc) con un 59.29%.

Lo anterior tiene relación con lo que menciona Atiyeh *et al.*, 2002 citado por Moreno, (<http://www.uaaan.mx>). Estudios sobre los efectos de las sustancias húmicas sobre han provocado efectos consistentemente positivos sobre el crecimiento de la planta independientemente de la nutrición.

Por ejemplo, en experimentos controlados, las sustancias húmicas incrementaron la producción de materia seca de plántulas de maíz y avena; el número y la longitud de las raíces de tabaco, los pesos secos de plántulas, raíces, y nódulos de la soya, el nogal y las plantas de trébol, el crecimiento

vegetativo de las plantas achicoria, e indujeron la formación de retoños (plántulas) y raíces en cultivos tropicales desarrollados en cultivo de tejidos.

Para el sistema de producción 2 el tratamiento que respondió de forma favorable fue el 1 (100% de Lc.) con una media de 18.13 gramos superando al testigo (0% de Lc.) con un 73.69% Para este caso el sistema que respondió mejor en esta variable fue el número 2, superando al sistema de producción 1, con un 29.12%.

Esto tiene una estrecha relación con los que mencionan Contreras y Moreno (2005), sobre que la asociación de cultivos en conjunto con la cobertura vegetal mantiene las interacciones entre el suelo y las plantas.

Con estas técnicas, se estará mejorando la estructura, fertilidad y disponibilidad de nutrientes, para que los micro y macro organismos del suelo disminuyan la competencia por agua, luz, oxígeno, CO₂ y minerales.

Además, las plantas aprovechan los nutrientes que la cobertura vegetal proporciona una vez que comienza su proceso de descomposición, incrementando la disponibilidad de elementos, es aquí donde las raíces juegan el papel más importante de absorber todos los nutrientes y agua disponibles en el suelo.

Diámetro ecuatorial de bulbo

El diámetro ecuatorial de los bulbos, se utiliza como un estándar de calidad y como medición de rendimiento al momento de clasificar a los bulbos, ya sea para el mercado de exportación o el mercado nacional.

Una vez realizados los análisis estadísticos se observó que el sistema de producción número 1 (con cobertura vegetal al suelo), y el sistema de producción número 2 (sin cobertura vegetal al suelo) no se encontraron diferencias estadísticas entre estos dos sistemas de producción, solo una pequeña diferencia numérica donde el sistema 1 alcanzó una media de sus tratamientos de 41.20 milímetros y el sistema 2 alcanzó una media de 35.33 milímetros. Figura 4.4

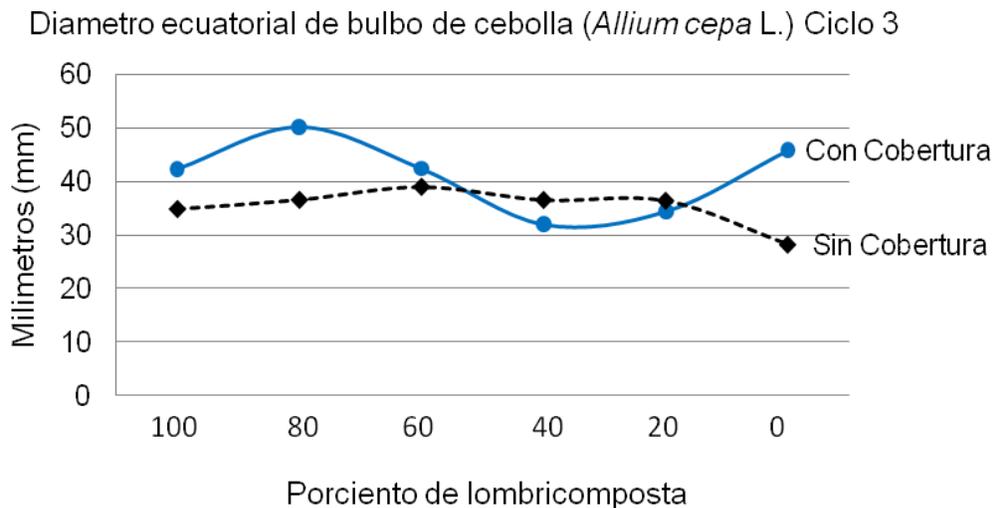


Figura 4.4 Efecto de las aplicaciones de lombricomposta en dos sistemas de producción en diámetro ecuatorial de bulbo en plantas de cebolla

El tratamiento número 2 (80% de Lc.) de el sistema de producción número 1 fue el que obtuvo el mayor efecto sobre la variable diámetro ecuatorial de bulbo con una media de 50.10 milímetros, superando al testigo, tratamiento 6 (0% de Lc.) con 8.5%.

Los resultados obtenidos por Moreno *et al.*, (2005), concuerdan con lo antes mencionado .En la comparación de dos genotipos de tomate - Adela y André desarrollados en diferentes mezclas de vermicomposta:arena (VC:A; %:%, en base peso) vs sustrato con arena y solución nutritiva, en invernadero, se destacó lo siguiente, para el genotipo André el rendimiento de 17.05 kg m⁻¹, con la mezcla 12.5:87.5 (%:%) aunque resultó estadísticamente igual. Adicionalmente, los mismos autores establecieron que con la misma mezcla: a) se obtuvieron los valores promedio significativamente más altos para las variables de calidad: número de lóculos (5), sólidos solubles (6.2 ° Brix), diámetro ecuatorial (7.47 cm) y peso de fruto (224.71 g fruto⁻¹).

El tratamiento con mayor respuesta en el sistema número 2 fue el tratamiento 3 (60% de Lc.) con una media de 39.05 milímetros superando al testigo con un 27.5%. Esto muestra que el sistema de producción número 1 fue el que permitió obtener mayor diámetro de bulbo de cebolla.

Los resultados obtenidos por Guerra (2000), tienen una relación con los resultados antes mencionados ya que en la evaluación de 4 diferentes sistemas de producción, donde uno de esos sistemas era un sistema orgánico con mulch

(acolchado) vegetal, el cual superó a los demás tratamientos, presentando un 35% mayor que el sistema orgánico sin mulch en el rendimiento de ajo. Siendo que el ajo y la cebolla son de la misma familia el rendimiento superior, se mide en peso pero también en diámetro, el peso de los bulbos es por el aumento del diámetro del bulbo que es lo más importante en el cultivo, en estándares de calidad.

Rendimiento de cebolla

El rendimiento de las plantas de cebolla inicia con el proceso de almacenamiento, los bulbos, al igual que los rizomas, cormos y tubérculos, son órganos subterráneos de almacenamiento de nutrientes. Las plantas que poseen este tipo de estructuras se denominan colectivamente plantas bulbosas. El bulbo está formado por el engrosamiento de la base de las hojas y consta de 5 partes principales: El disco basal, los catáfilos o escamas, la túnica y el vástago.

En la figura 4.5 nos muestra que una vez realizados los análisis estadísticos, se encontró que el sistema de producción número 1 (con cobertura vegetal al suelo), proporciona mayores resultados en la variable evaluada en el cultivo de cebolla, obteniendo una media de los tratamientos de 17.95 toneladas por hectárea.

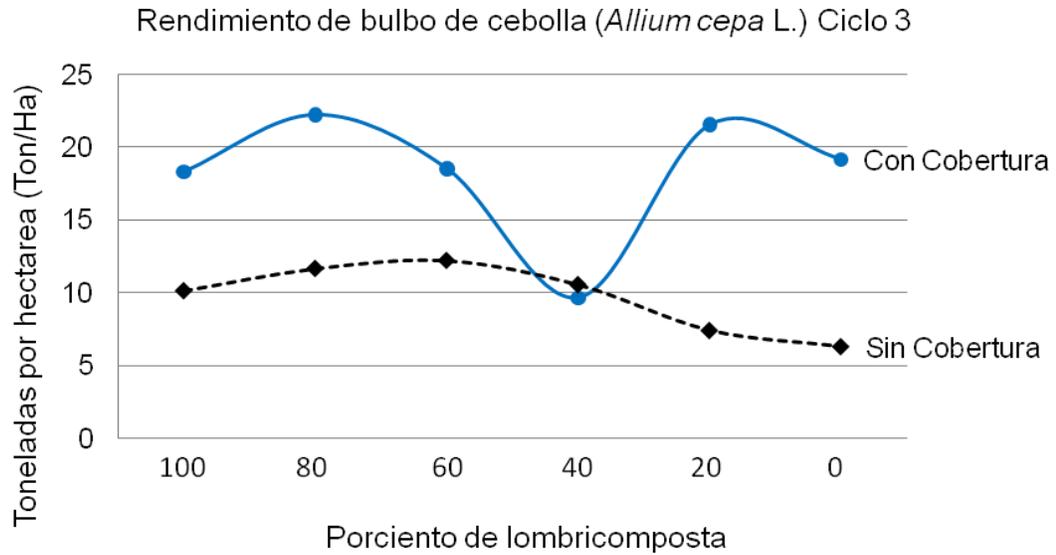


Figura 4.5 Efecto de las aplicaciones de lombricomposta en dos sistemas de producción en rendimiento de bulbo en plantas de cebolla

En lo referente a los niveles de lombricomposta el tratamiento número 2 (80% de Lc.) del sistema de producción 1, fue el que obtuvo el mayor efecto sobre la variable rendimiento de bulbo con una media de 22.22 toneladas por hectárea, superando este al testigo, tratamiento 6 (0% de Lc.) con un 13.7%.

Lo anterior concuerda con lo obtenido por Atiyeh *et al.* (2000), al sustituir el MC comercial “Metro – Mix 360” con 20 % de Vermicomposta o lombricomposta de estiércol de cerdo, concluyeron que además de mejorar el crecimiento de plántulas de tomate, también se logró incrementar significativamente el rendimiento de este cultivo bajo condiciones de invernadero, con una producción de 5.1 kg planta. Este valor resultó 58 % más alto que el rendimiento del testigo (Metro – Mix 360 sin Vermicomposta).

El sistema de producción número 2 (sin cobertura vegetal al suelo) obtuvo una media de los tratamientos de 9.82 toneladas por hectárea, de este modo el sistema 1 superó al 2 con un 49.80 % de rendimiento del bulbo.

El sistema de producción número 2 (sin cobertura vegetal), se observó que el tratamiento número 3 (60% de Lc.) obtuvo mayores resultados con una media de 12.20 toneladas por hectárea en rendimiento de bulbo, superando al testigo (tratamiento 6 0% de Lc.) con un 48.5%.

Esto concuerda con los resultados obtenidos por Guerra (2000), en donde uno de sus sistemas de producción que estaba evaluando, era un sistema orgánico con mulch (acolchado) vegetal, el cual superó a los demás tratamientos, presentando en el primer año un 35% mayor que el sistema orgánico sin mulch en el rendimiento de ajo. Los resultados encontrados sugieren que la aplicación secuencial durante dos años de tratamientos orgánicos con mulch, son superiores en rendimiento a los sistemas convencionales de producción.

CONCLUSIÓN

De acuerdo con los objetivos, hipótesis y resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye lo siguiente:

El uso de cobertura vegetal al suelo, impacta favorablemente en el desarrollo vegetativo del cultivo proporcionando mayores rendimientos de bulbo. La mezcla de 20% de suelo y 80% lombricomposta en el cultivo de cebolla ayuda a obtener mayores rendimientos y tamaño de bulbo.

LITERATURA CITADA

- Atiyeh, R. M., Domínguez, J., Subler, S. and Edwards, C. A., 2000. Changes in biochemical properties of cow manure during processing by earthworms (*Eisenia andrei*, Bouché) and the effects on seedling growth. *Pedobiologia*.
- Brewster, J.L. 2001. Las cebollas y otros *Alliums*. Ed. Acribia, Zaragoza, España. Pags.3-19.
- Castell, V., Díez, M: J., 2000. Colección de semillas de cebolla del centro de conservación y mejora de la agrobiodiversidad Valenciana. Instituto nacional de investigación y tecnología agraria y alimentaria. Ministerio de ciencia y tecnología. Monografías INIA: Agrícola N. 8. Madrid, España. Pág. 11-32.
- Contreras, O., Moreno, F., 2005 Cobertura muerta y arvenses en la asociación *Lactuca sativa* - *Allium ampeloprasum*, Manejo Integrado de Plagas y Agroecología, Universidad Nacional Experimental del Táchira, Costa Rica, No. 74.

Gadea, S. E. 2002. El cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.), en el estado de Morelos. Monografía. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Gómez, T. L., Gómez, C. M., Schwentesius, R. R., 1999. Desafíos de la agricultura orgánica, comercialización y certificación, primera edición, Editorial, Mundi-prensa. México.

Guerra, A. S., 2000, Efecto del sistema de agricultura orgánica y la cobertura (Mulch) vegetal en lechuga y ajo durante tres años. Departamento de Investigaciones Agropecuarias, Secretaria de Estado de Agricultura, Vol. XXXVI. Santo Domingo. Rep. Dom.

Labrada, R., Caseley, J. c., Parker, C., 1996, Manejo de Malezas para países en desarrollo, Estudio FAO producción y protección vegetal, Roma, Italia.

López, M. D., Valdez, A. J., 1998. Producción de hortalizas, Editorial, Limusa, Grupo Noriega Editores. Octava reimpresión, México D.F.

Martínez, C., C. 1999, Potencial de la lombricultura, elementos básicos para su desarrollo. Segunda reimpresión en español. Editorial lombricultura técnica mexicana. Texcoco, Edo. México.

Moreno-Reséndez, A., Valdés, P. M., Zarate, L. T., 2005 Desarrollo de tomate en sustratos de vermicompost/arena bajo condiciones de invernadero. Agric. Téc. (Chile).

Ortega, M. L., Sánchez, O. J., Díaz, R. R., Ocampo, M. J., 2010, Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* MILL), Vol. 6, Número 3. Universidad Autónoma Indígena de México.

Rodríguez, Q. G., Armenta, B. A., 2003, Valenzuela, Q. W. Evaluación De sustratos orgánicos para la producción de lombricomposta en *Eisenia foetida*. Naturaleza y desarrollo, Vol. 1 Núm. 2, Sinaloa México.

Salas, C. L., 2008, "Efecto de diferentes especies vegetales en acolchado (mulching) sobre suelos arcillosos en la estación agroecológica U.T.P.L." Universidad Técnica Particular de Loja, Escuela de Ingeniería Agropecuaria, Loja, Ecuador.

Salunkhe, D. K., Kadam, S. S., 2004. Tratado de ciencia y tecnología de hortalizas. Editorial, Acriba, S. A., Zaragoza, España. .

Schnitman, G., Lernoud, P., 1992. Agricultura organica, experiencias de cultivo ecologico en la argentina. Editoria planeta Argentina. Buenos aires, Argentina.

Villarreal, R.M., Parra, T.S., Sánchez,P.P., Hernández, V.S., Osuna, E.T., Basilio, H. J., 2000, Cobertura vegetal, vermicompost y actividad microbiana del suelo en la producción de Tomate, Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, Vol.1, Núm.2, Sinaloa, México.

Paginas web citadas

<http://www.cofenac.org/documentos/Cobertura-vegetal.pdf>

<http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort05/vermicomposta.pdf>

APÉNDICE

Cuadro A.1 Medias de las variables evaluadas en producción de cebolla con seis niveles de Lombricomposta

Porcentaje de lombricomposta	Altura de planta (cm)	Diámetro ecuatorial de bulbo (mm)	Rendimiento (Ton/ha)
100%	57.43 AB	38.620 A	14.208 A
80%	60.33 AB	43.403 A	17.297 A
60%	64.03 A	40.730 A	15.363 A
40%	51.45 B	34.303 A	10.090 A
20%	55.10 AB	35.453 A	14.467 A
0%	52.61 AB	37.070 A	11.887 A
Tukey $\alpha=0.05$			

Cuadro A.2 Medias de las variables evaluadas en producción de cebolla con seis niveles de Lombricomposta en dos sistemas de producción en la variable altura de planta.

Sistema de producción	Tratamientos	% Lombricomposta.	Altura de Planta (cm)
1	1	100%	60.67
1	2	80%	61.75
1	3	60%	69.72
1	4	40%	53.68
1	5	20%	58.67
1	6	0%	60.27
2	1	100%	54.2
2	2	80%	58.92
2	3	60%	58.35
2	4	40%	49.22
2	5	20%	51.55
2	6	0%	44.97

Cuadro A.3 Medias de las variables evaluadas en producción de cebolla con seis niveles de Lombricomposta en dos sistemas de producción en la variable peso fresco de follaje.

Sistemas de Producción	Tratamientos	% Lombricomposta.	Peso fresco de follaje (g)
1	1	100%	73.00
1	2	80%	56.21
1	3	60%	23.71
1	4	40%	29.00
1	5	20%	35.60
1	6	0%	14.37
2	1	100%	67.49
2	2	80%	33.31
2	3	60%	16.35
2	4	40%	23.97
2	5	20%	15.28
2	6	0%	17.32

Cuadro A.4 Medias de las variables evaluadas en producción de cebolla con seis niveles de Lombricomposta en dos sistemas de producción en la variable peso fresco de raíz.

Sistemas. de producción	Tratamientos	% Lombricomposta.	Peso fresco de raíz (g)
1	1	100%	12.85
1	2	80%	11.88
1	3	60%	5.84
1	4	40%	4.47
1	5	20%	10.97
1	6	0%	5.23
2	1	100%	18.13
2	2	80%	10.56
2	3	60%	8.07
2	4	40%	5.03
2	5	20%	4.87
2	6	0%	4.77

Cuadro A.5 Medias de las variables evaluadas en producción de cebolla con seis niveles de Lombricomposta en dos sistemas de producción en la variable diámetro ecuatorial de bulbo.

Sistemas. de producción	Tratamientos	% Lombricomposta.	Diámetro ecuatorial. de bulbo (mm)
1	1	100%	42.31
1	2	80%	50.17
1	3	60%	42.4
1	4	40%	32
1	5	20%	34.44
1	6	0%	45.86
2	1	100%	34.92
2	2	80%	36.63
2	3	60%	39.05
2	4	40%	36.61
2	5	20%	36.47
2	6	0%	28.28

Cuadro A.6 Medias de las variables evaluadas en producción de cebolla con seis niveles de lombricomposta en dos sistemas de producción en la variable rendimiento.

Sistemas. de producción	Tratamientos	% Lombricomposta.	Rendimiento (Ton/ha)
1	1	100%	18.29
1	2	80%	22.22
1	3	60%	18.52
1	4	40%	9.64
1	5	20%	21.54
1	6	0%	19.16
2	1	100%	10.12
2	2	80%	11.65
2	3	60%	12.20
2	4	40%	10.54
2	5	20%	7.39
2	6	0%	6.28