

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



**RESPUESTA DE LA CEBOLLA (*ALLIUM CEPA* L.) AL USO DE
LOMBRICOMPOSTA COMO SUSTRATO EN TRES CICLOS BAJO CUBIERTA Y
NO CUBIERTO**

Presenta:

EMILIO GARCÍA ROMÁN

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México Abril de 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Respuesta de la Cebolla (*Allium cepa* L.) al Uso de Lombricomposta Como Sustrato en Tres Ciclos Bajo Cubierta y no Cubierto.

Por:

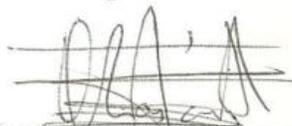
EMILIO GARCÍA ROMÁN

Tesis

Presentado como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

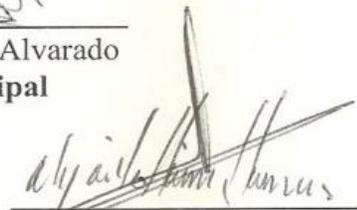
Aprobada:



Dr. Emilio Rascón Alvarado
Asesor Principal



Mc. Alfonso Rojas Duarte
Coasesor



Dr. Alejandro Hernández Herrera
Coasesor

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México, Mayo de 2012

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 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. Alejandro Hernández Herrera**, gracias por apoyarme en la realización de este proyecto al aceptar ser parte del jurado.

Al **maestro Francisco A. Esquivel Sánchez**, por brindarme su confianza y su amistad, y los conocimientos al arte (Pintura).

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

DEDICATORIAS

A la **Vida** por permitirme nacer en la familia que tengo, por ser mi guía y permitirme concluir una de las etapas mas importantes en mi formación como persona.

A mi Madre:

Andrea Roman Dominguez, 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, gracias por las noches de desvelos, por cuidarme y protegerme siempre. Gracias por tu ejemplo, por que gracias a ti ahora me estoy superando.

A mi Hermano:

Isidoro Garcia Roman, por ser mi guía, gracias por el apoyo que siempre me brindaste para ser un profesionista, por enseñarme a trabajar el campo, gracias por ser parte de mi.

A mi padre y hermanos

Meliton, Flor y Adrian, por que también se sacrificaron en algunas cosas por mí, para poder terminar mis estudios profesionales por que a pesar de sus propias necesidades siempre me apoyaron cuando los necesité.

A toda mi familia:

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

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
I INTRODUCCIÓN.....	1
HIPÓTESIS	3
OBJETIVOS.....	3
II REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Agricultura orgánica.....	4
Lombricomposta.....	5
Cobertura vegetal.....	8
Lombricomposta en la agricultura.....	11
Cultivo de la cebolla.....	13
Ciclo de la cebolla.....	15
Requerimientos de suelo, clima y fertilización	16
Composicion química.....	18
III MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
Localidad donde se realizó la investigación.....	20
Ubicación geográfica.....	20
Materiales.....	21
Métodos.....	22
Diseño experimental.....	22
Variables evaluadas.....	24
Rendimiento de bulbo	24
Diámetro ecuatorial de bulbo	24

	Altura final de planta.....	24
	Peso fresco de follaje	24
	Peso fresco de raíz	24
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
	Análisis de varianza.....	25
	Diámetro ecuatorialde bulbo	27
	Peso fresco de follaje.....	30
	Rendimiento de bulbo	33
	Altura final de planta	36
	Peso fresco de raíz	39
V	CONCLUSIÓN.....	42
VI	LITERATURA CITADA.....	43

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Descripción	Pág.
3.1	Tratamientos empleados en la investigación.....	23
4.1	Cuadrados medios y significancias para las variables evaluadas en el Ciclo 1 de producción de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.).....	25
4.2	Cuadrados medios y significancias para las variables evaluadas en el Ciclo 2 de producción de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.).....	25
4.3	Cuadrados medios y significancias para las variables evaluadas en el Ciclo 3 de producción de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.).....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No.	Descripción	Pág.
3.1	Ubicación de sitio experimental.....	21
4.1	Diámetro ecuatorial de bulbo de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) Ciclos 1 2 y 3.....	29
4.2	Peso fresco de follaje de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) Ciclos 1, 2 y 3.....	31
4.3	Rendimiento de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) Ciclos 1, 2 y 3.....	34
4.4	Altura final de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) Ciclos 1, 2 y 3.....	38
4.5	Peso fresco de raíz de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) Ciclos 1, 2 y 3.....	41

RESUMEN

La lombricomposta y las cubiertas se han utilizado como apoyo en la agricultura con excelentes resultados, pero es necesario emplear grandes volúmenes, por ello es importante evaluar diferentes sustratos que estén disponibles en cada región. En la presente investigación se evaluaron tres ciclos del cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.), el cual se llevo a cabo en el área de prácticas agrícolas ubicado en el Laboratorio de Suelos, del Departamento de Ciencias del Suelo, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. El objetivo del experimento fue identificar en cada ciclo las variables que permitieran los mejores rendimientos con el uso y combinación de lombricomposta y suelo cubierto y descubierto. Para ello se evaluaron seis tratamientos: 100% Lc, 80% Lc, 60% Lc, 40% Lc, 20% Lc y 0% de Lc. En el análisis de los resultados se utilizo un diseño bloques al azar y la prueba de medias de Tukey, analizados con el paquete de diseños experimental FAUANL, versión 2.5. La combinación de lombricomposta favoreció los dos primeros ciclos en la producción de cebolla para los tratamientos con cobertura. Además con la aplicación de cobertura vegetal los rendimientos fueron similares a los tratados sin cobertura, pero usando solo el 50% del volumen de riego que el que se manejo.

Palabras clave: Cebolla, Lombricomposta, Cobertura Vegetal, Uso eficiente del agua.

INTRODUCCIÓN

La cebolla (*Allium cepa* L.) es una planta hortícola, usada en la alimentación humana desde la antigüedad.

El origen primario de la cebolla se localiza en Asia Central, y como centro secundario el Mediterráneo, pues se trata de una de las hortalizas de consumo más antigua.

La producción de cebolla en México ocupa el lugar número once a nivel mundial y a nivel nacional este cultivo se ubica en el lugar número dieciocho.

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

Dentro de este proceso, la aplicación de sólidos derivados de la lombricultura, por ser un proceso limpio y de fácil aplicación para reciclar una

amplia y variada gama de residuos biodegradables (restos orgánicos), produciendo abono y lombrices; puede ser una muy buena opción.

Su implementación no requiere de grandes inversiones, la lombriz que se emplea (Roja californiana) transforma los residuos en muy corto tiempo y su reproducción constante permite tener excedentes de lombriz que también tienen un mercado a nivel nacional e internacional.

La cobertura con residuos orgánicos de origen vegetal o animal constituyen una opción interesante por ser de bajo costo, de fácil adquisición, como lo son el bagazo de caña de azúcar, disponible en las cercanías de los ingenios azucareros; la cascarilla de algodón, la viruta de carpintería, el aserrín de madera; las hojas de la caña de azúcar que sobran después de la cosecha.

Las principales ventajas que se derivan de las cubiertas vegetales son las siguientes: reducen drásticamente las pérdidas de suelo causada por la erosión, aumentan la infiltración de agua en el suelo, especialmente en períodos intensos de lluvia, reduce la evaporación del agua del suelo en la primavera y verano (después de la terminación de su ciclo o siega química).

Tomando en cuenta que en nuestro país la agricultura orgánica juega un papel muy importante como se menciona anteriormente se plantea en la presente investigación cuyo objetivos e hipótesis son los siguientes:

OBJETIVOS

Evaluar el rendimiento de bulbo de cebolla en tres ciclos de producción con mezclas de suelo arcilloso y 6 niveles de lombricomposta con y sin cobertura vegetal.

Identificar en las variables de desarrollo fisiológico, que permitan los más altos rendimientos para bulbo de cebolla en tres ciclos de cultivo.

HIPOTESIS

El empleo de lombricomposta en un suelo por tres ciclos de cultivo consecutivos permite obtener mejores rendimientos y le da buenas características físicas y químicas.

REVISION DE LITERATURA

Agricultura orgánica

"La agricultura orgánica es un sistema global de gestión de la producción que fomenta y realza la salud de los agroecosistemas, inclusive la diversidad biológica, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo. Hace hincapié en la utilización de prácticas de gestión, con preferencia a la utilización de insumos no agrícolas. Esto se consigue aplicando, siempre que es posible, métodos agronómicos, biológicos y mecánicos, en contraposición a la utilización de materiales sintéticos, para desempeñar cualquier función específica dentro del sistema" (www.Codex Alimentarius.net. 1999).

La agricultura orgánica es uno de los varios enfoques de la agricultura sostenible. En efecto, muchas de las técnicas utilizadas por ejemplo, los cultivos intercalados, el acolchado, la integración entre cultivos y ganado se practican en el marco de diversos sistemas agrícolas. Lo que distingue a la agricultura orgánica es que, reglamentada en virtud de diferentes leyes y programas de certificación, están prohibidos casi todos los insumos sintéticos y es obligatoria la rotación de cultivos para "fortalecer el suelo". Una agricultura orgánica debidamente gestionada reduce o elimina la contaminación del agua y permite conservar el agua y el suelo en las granjas (www.fao.org. 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. (Morales, 2011)

La mezcla de compuestos orgánicos incorporados al suelo representa un beneficio directo para la agricultura, ya que promueve un suelo saludable al hacerlo más poroso, mejorando el intercambio gaseoso y nutricional que requieren las plantas. Además, se propicia un pH neutro para el cultivo de cualquier tipo de vegetales (Rodríguez, 1998). El excremento de las lombrices o lombricomposta, provee de alimento a plantas y microorganismos (Day, 2001).

Lombricomposta

La lombricultura nace gracias a los estudios que Charles Darwin realizó en el siglo XIX, razón por el cual es considerado el padre de esta actividad (Martínez, 1999).

Es una biotecnología, que utilizando ciertas especies de lombrices de tierra permite recuperar de los desechos orgánicos, los mejores nutrientes naturales para utilizarlos como fertilizante orgánico, denominado humus de

lombriz, además; de aprovechar una excelente fuente de proteínas, aminoácidos, vitaminas y sales minerales. La lombricomposta, además de ser un excelente fertilizante, es un mejorador de las características físicas, químicas y biológicas del suelo (www.sagarpa.gob.mx, 2011).

Menciona Schuldt (2006), que es el producto final compuesto por las píldoras fecales (estiércol) de las lombrices.

Por su parte Martínez (1999), menciona que la lombricomposta es la excreta de la lombriz, la cual se alimenta de desechos en descomposición, el color de la lombricomposta varía entre el negro, café oscuro y gris, dependiendo del desecho reciclado; no tiene olor y es granulado. La característica más importante de la lombricomposta es su alta calidad microbiana la cual le hace ubicarse como un excelente material regenerador de suelo. Además tiene un pH 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, crea un medio desfavorable para ciertos microorganismos patógenos y favorables para el desarrollo de las plantas.

Los principales usos y beneficios de la lombricomposta son los siguientes: es muy variable de una cosecha a otra ya que las condiciones bajo las que se produce influyen en el producto final, uno de los factores es la cantidad de agua, si se aplican cantidades fuertes de agua se relava el material

quedando más pobre. También la calidad de la lombricomposta está en función del valor nutritivo de los desechos que consume, entre mejor sea la calidad del alimento mejor será la calidad de la lombricomposta (Cruz, 1986).

Las lombrices de tierra son consumidores voraces de residuos orgánicos y aun cuando utilizan sólo una pequeña porción para la síntesis de sus cuerpos, ellas excretan una gran parte de los residuos consumidos en una forma medio digerida. Puesto que los intestinos de las lombrices contienen una amplia gama de microorganismos, enzimas, hormonas, etc., éstos materiales medio digeridos se descomponen rápidamente y son transformados a una forma de vermicomposta en un período de tiempo corto (Ghosh *et al.*, 1999).

El lombricompostaje es una técnica versátil para la producción de composta, y con los nuevos retos que promueve el desarrollo sustentable, una opción para mejorar la calidad del suelo gracias al efecto que tiene la lombriz sobre la transformación de la materia orgánica (Neuhauser *et al.*, 1988; Rodríguez *et al.*, 2003).

Las lombrices se alimentan de detritus orgánico formado de residuos vegetales y animales. Este detritus es llevado desde la superficie hasta las madrigueras, liberando los nutrientes necesarios para las plantas como son el nitrógeno, carbono, calcio, magnesio y fósforo (Ipinza, 1985).

Cobertura vegetal

La cobertura vegetal proporciona al suelo protección, ya que amortigua el impacto de las gotas de lluvia sobre los terrones del suelo evitando su dispersión y las raíces ayudan a disminuir el arrastre por el agua y el aire. Cuando no cuentan con cobertura vegetal, los suelos quedan totalmente expuestos y son arrastrados a las partes bajas y ríos, donde generalmente no pueden ser aprovechados (www.sagarpa.gob, 2007).

De acuerdo con Pastor *et al.*, (1997), el rastrojo protege al suelo de la acción de los rayos solares disminuyendo la temperatura y consiguiendo una considerable disminución de evaporación de agua desde la superficie del mismo, siempre que la cantidad de residuo producida sea suficiente, de ahí la importancia de conservarlo. Se empiezan a conseguir reducciones considerables en la evaporación a partir de las 2,5 t/ha de residuo de gramíneas, necesitando para hierbas cuyo residuo sea más denso entre 2 y 4 veces más, debido a su peor distribución en el suelo. Por último, los macro poros generados tras la degradación de las raíces y los túneles de las lombrices, forman canales preferenciales por los que el agua infiltra, que unido a la dificultad que ésta encuentra para correr por la superficie del terreno, como consecuencia de la cantidad de rastrojo que la frena, provoca un fuerte descenso en la escorrentía, consiguiéndose reducciones que varían entre el 55

y 60% de media, llegándose a conseguir en algunos casos disminuciones espectaculares, superiores al 300%.

Las cubiertas vegetales muestran igual o incluso mayor humedad durante el otoño, meses durante los cuales pequeñas variaciones en el contenido de agua del suelo producen importantes diferencias en la producción final de aceituna, (Saavedra, 1995).

Los atributos de la cobertura orgánica del suelo por su aporte de carbono y nitrógeno al suelo, y del vermicompost, por su aporte de elementos nutritivos y mejorador de las condiciones físicas y biológicas del suelo combinados impactan en el aumento de la fertilidad del suelo y por ende en el rendimiento del cultivo. (Villarreal *et al*, 2006)

El mismo autor cita que encontraron resultados similares en rendimiento de fruto, biomasa y absorción de N en el cultivo de tomate entre tratamientos de dosis altas y reducidas de fertilización nitrogenada y con uso de cultivos de cobertura a base de haba, trébol y centeno.

En un experimento realizado en Chile por Roe *et al.* (1997), también observaron que los compost combinados con dosis bajas de fertilizante sintético generaron los rendimientos de fruto más altos.

En su artículo (Villarreal 2000), menciona 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. Por otro lado, existe suficiente evidencia documentada que la aplicación al suelo de vermicompost, es fuente de macro y microelementos para los cultivos que también mejoran las condiciones físicas y biológicas del suelo.

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.

La cobertura vegetal muerta y la asociación de cultivos constituyen una alternativa. 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 (Contreras, 2005).

Lombricomposta en la Agricultura

Los medios de crecimiento comerciales que tradicionalmente se utilizan en los invernaderos para el desarrollo de especies vegetales, pueden llegar a ser sustituidos por mezclas que incluyan diversos niveles de vermicompostaje. Además, los resultados igualmente permiten considerar que las soluciones nutritivas, preparadas con sales inorgánicas de alta solubilidad, y que tradicionalmente se utilizan en los sistemas de producción hidropónica, pueden ser reemplazadas por productos como el vermicompost, cuyo contenido de elementos nutritivos puede satisfacer las necesidades de las especies vegetales en desarrollo. Estas evidencias fortalecen el enfoque de la producción orgánica, pues se promueve el reciclado de los residuos orgánicos, a través del proceso de vermicomposteo, y potencialmente se reduce el empleo de recursos naturales no renovables, utilizados para la preparación de los fertilizantes sintéticos. (Moreno, 2005).

Menciona el mismo autor, muchos productores, grandes y pequeños, quienes tradicionalmente han utilizado la aplicación de fertilizantes sintéticos para promover el desarrollo de sus cultivos, están modificando esta práctica por diversas razones, entre las cuales se incluyen la restricción en el uso de pesticidas, la demanda de alimentos de alta calidad, la creciente preocupación por la degradación del recurso suelo, las presiones del público sobre los

aspectos ambientales, el ahorro y el incremento de las ganancias (Porter 2000).

Por otra parte, y debido a que las reglamentaciones para la aplicación y disposición del estiércol se han vuelto cada vez más rigurosas, en los últimos años ha crecido el interés por utilizar las lombrices de tierra (*Eisenia foetida* Sav.) como un sistema ecológicamente seguro para manejar el estiércol, ya que diversos estudios han demostrado la capacidad de algunas lombrices para utilizar una amplia gama de residuos orgánicos, e.g., estiércol, residuos de cultivos, desechos industriales, aguas negras, etc.

Como parte de las estrategias para mejorar la calidad de los suelos de cultivo, se están desarrollando nuevos procesos y fertilizantes que no dañen los ecosistemas. Los fertilizantes de origen orgánico ayudan a incrementar la materia orgánica de la tierra de cultivo a través de materia biodegradable como los desechos de animales, vegetales y lodos residuales que pueden ser estabilizados por las lombrices. La mezcla de compuestos orgánicos incorporados al suelo representa un beneficio directo para la agricultura, ya que promueve un suelo saludable al hacerlo más poroso, mejorando el intercambio gaseoso y nutricional que requieren las plantas. Además, se propicia un pH neutro para el cultivo de cualquier tipo de vegetales (Rodríguez *et al.*, 1998). El excremento de las lombrices o lombricomposta, provee de alimento a plantas y microorganismos (Day *et al.*, 2001; Rodríguez *et al.*, 2003).

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.

Ciclo de la cebolla

La vida de una cebolla, en cuanto a desarrollo en cultivo se refiere, pasa por cuatro fases perfectamente definidas. (Bolaños, 2001).

La primera la podemos definir como fase herbácea y comienza con la germinación. Durante esta fase tiene lugar el desarrollo radicular y foliar.

La segunda es la de formación del bulbo, iniciándose con la paralización de su desarrollo vegetativo aéreo y acumulación de las sustancias de reserva en la base de las hojas interiores, que a su vez se engrosan y dan lugar al bulbo.

La tercera consiste en un reposo vegetativo y la planta, con su bulbo maduro, detiene su desarrollo.

Por cuarta y última, es su fase de reproducción. Se suele producir en el segundo año de cultivo y gracias a las sustancias de reserva acumuladas, desarrolla su tallo floral con una inflorescencia en umbela al final del mismo.

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, 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 fósforo 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. (Salunkhe, 2004)

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.

Composición Química

Los elementos nutritivos que contiene el vermicompost provienen del proceso de fragmentación y descomposición de la materia orgánica por lombrices, bacterias y hongos microscópicos. Estos organismos digieren los complejos orgánicos reduciéndolos a formas simples, de tal manera que pueden ser asimilados por las plantas (Sherman *et al.*, 1997; Atiyeh *et al.*, 2000b; Bansal y Kapoor, *et al.*, 2000). En estudios realizados por Irisson *et al.* (1998) sobre vermicompost originado a partir de pulpa de café (*Coffea arabica* L.), se determinó un incremento en la concentración de minerales (N, Ca, Mg, Na, K, y P) y una disminución en el contenido de materia orgánica, lo

que favorece la transformación de N orgánico a N mineral facilitando así su asimilación por las plantas. (Moreno, 2005).

De los elementos nutritivos que se encuentran en la lombricomposta, del 70% al 80% de fósforo y del 80 al 90% de potasio están disponibles el primer año, mientras que todo el nitrógeno es orgánico, lo cual lo constituye en un elemento problema, dado que debe mineralizarse para ser absorbido por las plantas, y el primer año solo se mineraliza el 11%, generándose una deficiencia de este elemento si no es abastecido apropiadamente. (Márquez *et al.*, 2006).

MATERIALES Y METODOS

Localidad donde se realizó la investigación

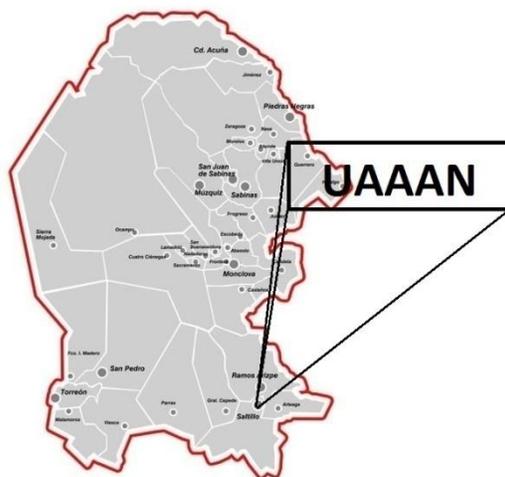
El presente trabajo se realizó en el Departamento de Ciencias del suelo, en un cantero de concreto en el área de prácticas del laboratorio de suelos quedando en la parte posterior del edificio de posgrado y a un costado del edificio Miguel Alemán en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, que se encuentra ubicado en Buenavista Saltillo Coahuila México.

Ubicación Geográfica

La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro se ubica en la localidad de Buenavista Saltillo, Coahuila situado en las coordenadas 25° 23' latitud Norte y 101° 00' longitud Este y con una altura media sobre el nivel del mar de 1743 metros.

Posee un clima semicálido la temperatura media es de 16.6°C con 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: El material usado para la combinación de las mezcla de lombricomposta fue compostado a partir de estiércol 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 de la región.

Cobertura vegetal: En el experimento se utilizo residuos de podas de pastos san Agustín.

Estanques de concreto: el experimento se estableció en un cantero de 10m de largo por un metro de ancho, con una profundidad de 0.30 m.

Planta: La especie utilizada en el experimento fue de cebolla blanca variedad Copándaro.

Plástico: las parcelas fueron divididas y recubiertas por plástico, el fondo y las paredes de cada parcela. Cada parcela fue de 0.25m^2 , y una profundidad de 0.30 m.

Balanza analítica: Se uso para el pesado de cada tratamiento.

Estufa de secado: Para el secado de las muestras en el experimento.

Métodos

Diseño Experimental

En los tres ciclos se utilizaron 6 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, dándonos 18 unidades experimentales. Se utilizó un diseño bloques al azar y la prueba de medias de Tukey, analizados con el paquete de diseños experimental FAUANL, versión 2.5, (Olivares, 2000).

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

El modelo estadístico fue el siguiente.

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + q_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, t$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, r$$

Donde:

μ = Media general

τ_i = Efecto del tratamiento "i" (lombricomposta)

β_j = efecto del tratamiento "j" (cobertura)

q_{ij} = Error experimental

Variables evaluadas

Diámetro ecuatorial de bulbo

Esta variable se midió con un vernier digital calibrado para cada una de las muestras en milímetros (mm).

Peso fresco de parte follaje

Ya limpia la planta, etiquetada y ordenada para cada tratamiento se prosiguió a cortar la parte aérea de la misma para después ser pesada en la balanza analítica.

Rendimiento de cebolla

Fue obtenido al sumar los pesos frescos de un total de quince cebollas cosechadas para cada parcela.

Altura final de planta

Esta se ejecuto desde la superficie del suelo hasta el ápice de la hoja más larga de la planta, con una regla de 30cm.

Peso fresco de raíz

Una vez que se peso en su totalidad la planta, se cortaba la raíz para después ser pesada por separado en la balanza analítica en gramos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis de Varianza

En los Cuadros 4.1 al 4.3 se muestran los cuadrados medios y las significancias de las diferentes características evaluadas durante el desarrollo del experimento.

Cuadro 4.1 Cuadros medios y significancias para las variables evaluadas en el Ciclo 1 de producción de cebolla (*Allium cepa* L.).

F. V.	GL	Diámetro ecuatorial de bulbo	Peso fresco de follaje	Rendimiento de bulbo)	Altura final de planta	Peso fresco de raíz
Cobertura	1	178.914 ^{NS}	1022.191 [*]	96.250 ^{NS}	179.566 ^{NS}	0.302 ^{NS}
% Lc	11	364.610 ^{**}	521.430 ^{**}	550.742 ^{**}	213.887 [*]	0.503 ^{NS}
EE	22	109.043	153.777	118.779	93.866	0.389
C v %		19.12	59.05	25.41	26.76	59.92

NS = no significativo, * = significativo, ** = altamente significativo

Cuadro 4.2 Cuadros medios y significancias para las variables evaluadas en el Ciclo 2 de producción de cebolla (*Allium cepa* L.)

F. V.	GL	Diámetro ecuatorial de bulbo	Peso fresco de follaje	Rendimiento de bulbo	Altura final de planta	Peso fresco de raíz
Cobertura	1	46.695 ^{NS}	0.250 ^{NS}	0.443 ^{NS}	0.027 ^{NS}	0.250 ^{NS}
% Lc	5	680.826 ^{NS}	1.494 ^{**}	3426.945 ^{**}	0.250 [*]	0.094 ^{NS}
EE	24	116.555	0.222	8.888	0.055	0.166
C v %		19.94	23.25	2.27	8.08	20.70

NS = no significativo, * = significativo, ** = altamente significativo

Cuadro 4.3 Cuadrados medios y significancias para las variables evaluadas en el Ciclo 3 de producción de cebolla (*Allium cepa* L.)

F. V.	GL	Diámetro ecuatorial de bulbo	Rendimiento de bulbo	Altura final de planta
Cobertura	1	310.125 ^{NS}	595.115 ^{**}	565.257 ^{**}
% Lc	11	110.995 ^{NS}	90.126 [*]	128.247 [*]
EE	22	132.780	28.749	48.807
C v %		30.12%	38.62%	12.29%

NS = no significativo, * = significativo, ** = altamente significativo

En general para los ciclos de producción, en la fuente de variación de cobertura, los dos primeros ciclos no presentaron diferencias estadísticas en las variables estudiadas, a excepción de peso fresco de follaje en el primer ciclo de producción, con significancia estadística ($P \leq 0.05$). Para el tercer ciclo solo se presentaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) en dos variables, esta fue rendimiento y altura final de planta.

Para la otra fuente de variación, porcentajes de lombricomposta, en el primer ciclo se apreció alta significancia estadística ($P \leq 0.01$) en las variables diámetro ecuatorial, peso fresco de follaje y rendimiento de bulbo. Para altura final de planta resultó significativo ($P \leq 0.05$), no así para peso fresco de raíz, donde no hubo significancia ($P > 0.05$). Para el segundo ciclo, solamente en tres de las cinco variables hubo significancia, siendo el diámetro ecuatorial y

peso fresco de raíz los que no tuvieron significancia. Para el tercer ciclo, en el diámetro ecuatorial del bulbo se comportó de la misma forma que en la fuente de variación de cobertura, solo dos variables presentaron diferencia estadística, rendimiento de bulbo y altura final de planta.

El coeficiente de variación, como indicativo de la variabilidad del desarrollo del cultivo, se presentó desde 59.92% hasta 8.0% lo cual se considera fue debido a las condiciones de desarrollo del cultivo a nivel de campo en el cual no se controlaron las condiciones climáticas.

Diámetro ecuatorial de bulbo

Para esta variable, se apreció que durante los tres ciclos (Figura 4.1), ambas condiciones de cobertura se comportaron de manera similar, pues conforme disminuyó la cantidad de lombricomposta también lo hizo el diámetro del bulbo, sin embargo, esta diferencia solo alcanzó a ser estadísticamente significativa en el ciclo 1, para el nivel de lombricomposta (Cuadros 4.1 al 4.3), no para los restantes ciclos ni condición de factores experimentales. Como se puede observar, el ciclo 1 resultó con los valores mayores, tanto en suelo cubierto como descubierto, siendo superado únicamente por los tratamientos

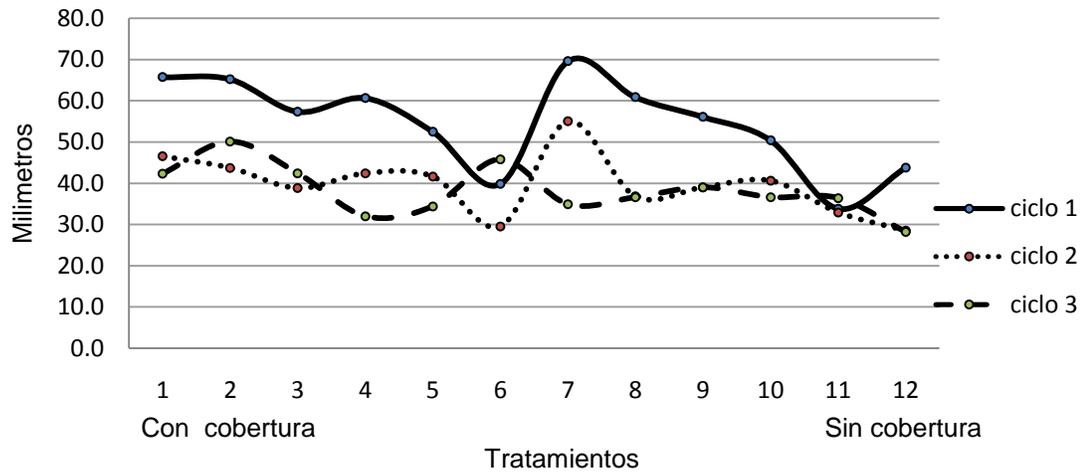
0% Lc en suelo cubierto (tratamiento 6) y 20% Lc (tratamiento 7) en suelo descubierto, en el tercer y segundo ciclos.

De acuerdo a estos resultados, Pereira (2003), aseveran que la vermicomposta, en términos generales, por su gran bioestabilidad contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que incrementa la solubilidad de los elementos nutritivos, liberándolos en forma paulatina, y facilita su asimilación por las raíces e impide que éstos sean lixiviados con el agua de riego manteniéndolos disponibles por más tiempo en el suelo y favorece el desarrollo de las plantas. Según exponen estos investigadores, se habría esperado que esta naturaleza nutritiva de la lombricomposta fuera más evidente para el ciclo segundo, no en el primero.

Es de mencionar que quizá en cierto grado la cobertura no fue significativa en parte por la competencia de agua y espacio, esto debido a que la mayor parte del sistema radicular de la cebolla es superficial, como lo indica en el ciclo 2 y 3 con y sin cobertura, quien para los tratamientos del ciclo1 donde la aplicación de cobertura vegetal ayudó a tener rendimientos mayores, debido al uso nuevo de sustrato. A comparación de los tratamientos 100% y 80% mejoran en su diámetro ya que influyen sobre los regímenes hídricos y térmicos del suelo, los cuales tienen un efecto positivo sobre la productividad y sostenibilidad de los mismos.

Figura 4.1 Diámetro ecuatorial de bulbo de cebolla (*Allium cepa* L) Ciclos 1, 2 y 3

3



Comparando entre tratamientos, los resultados obtenidos por Guerra (2000), concuerdan a lo encontrado en esta investigación, ya que en la evaluación de 4 diferentes sistemas de producción, donde uno de esos tratamientos era un sistema orgánico con mulch (acolchado) vegetal, el cual superó a los demás tratamientos, presentando un 35 % mayor rendimiento de ajo, que el sistema orgánico sin mulch. En nuestro caso, casi siempre el sustrato de 100% suelo dio menores valores que aquellos que contenían lombricomposta.

Para el caso de esta variable la presencia de cobertura no logró mostrar valores estadísticamente superiores, sin embargo, es de resaltar que los tratamientos con esta condición, tuvieron a favor el hecho de que en ellos se aplicó solamente el 50% de la lámina de riego invertida en los tratamientos descubiertos. Como apoyo a esto, Duicela, *et al* (2003), encontraron que el uso de cobertura vegetal aplicado en los espacios entre hileras de 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.

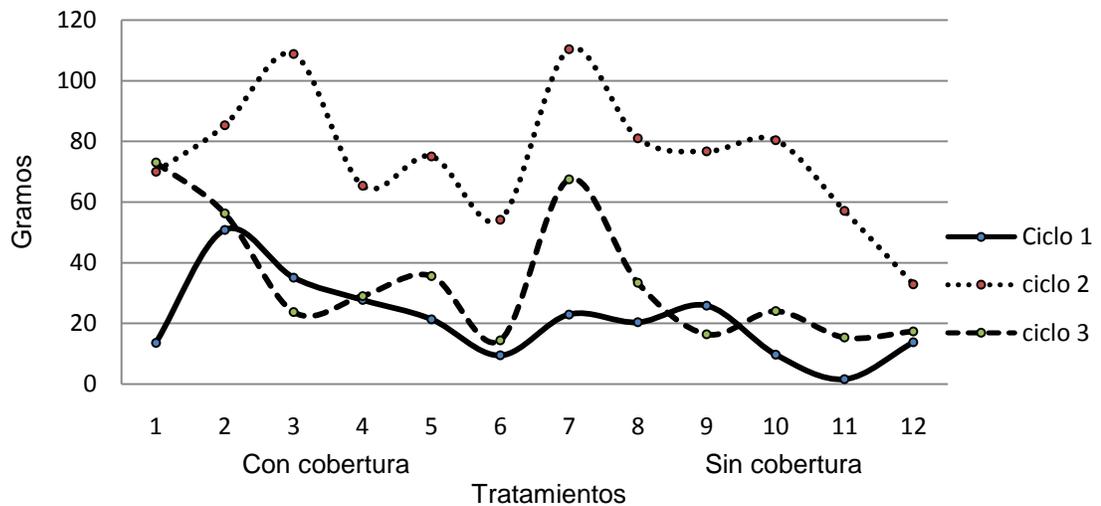
Peso fresco de follaje

En la Figura 4.2 de forma general, se muestra que el Ciclo 2 contrario a lo observado para la variable anterior donde fue uno de los dos con los valores más bajos; siempre estuvo con los más altos pesos frescos de follaje. Persiste, sin embargo, dentro de cada ciclo de cultivo, la tendencia de que la disminución de lombricomposta en las mezclas se relaciona directamente con valores menores de la variable bajo análisis.

A este respecto Atiyeh *et al*, (2002) mencionan que los estudios con vermicomposta han demostrado consistentemente que los residuos orgánicos vermicomposteados tienen efectos benéficos sobre el crecimiento de la planta. Cuando las vermicompostas se han utilizado como mejoradores del suelo o

como componentes de los medios de crecimientos hortícolas, éstas han mejorado consistentemente la germinación de las semillas, el incremento en el crecimiento y desarrollo de las plántulas, y una creciente productividad de la planta.

Figura 4.2 Peso fresco de follaje de cebolla (*Allium cepa L*) Ciclos 1, 2 y 3



La presencia de cobertura fue condición estadísticamente positiva en el Ciclo 1 solamente, mientras que los niveles de lombricomposta, al menos para los primeros dos ciclos, lo fueron siempre (Cuadros 4.1 al 4.3).

Referente a los tratamientos de 100% de lombricomposta, aparentemente la cobertura inhibe su activación o manifestación en esta variable, pues dos de los tres tratamientos cubiertos tuvieron desempeño más bajo que sus contrapartes descubiertos (Figura 4.2).

El incremento del contenido de la materia orgánica, en las parcelas solo es factible con los porcentajes 80 y 60% en los tratamientos con cobertura y los de sin cobertura, esto se debe a la regulación periódica de riego, podas de hojas y flores lo que da una respuesta asertiva para los tratamientos 100%, de igual manera la aplicación de riego de las especies en cada una de las parcelas, no están influenciados por el factor cobertura. Se infiere que la agrupación de las plantas mal ubicadas donde se vieron afectadas al competir unas con otras, el cual, durante el ciclo 2 se incrementa la actividad microbiana y por tanto un mejor desarrollo.

Relacionado a esto último, menciona (Moreno, 2005) que cuando se ha evaluado el crecimiento de plantas en macetas la mejor respuesta ocurre cuando el vermicompost constituye de 10 a 20% del volumen del sustrato, pues con mayor proporción no siempre se mejoró el crecimiento de las plantas. En algunos casos, aun con sólo el 5% de vermicompost en la mezcla, se han obtenido respuestas significativas. Además, se ha establecido que las mezclas de vermicompost con sustratos comerciales generaron mayores efectos sobre el crecimiento, al compararlo con las macetas que contenían vermicompost al 100%. Sin embargo, a la fecha la documentación científica de las respuestas de las plantas a la aplicación del vermicompost, los suelos o los medios de crecimiento, es todavía incierta.

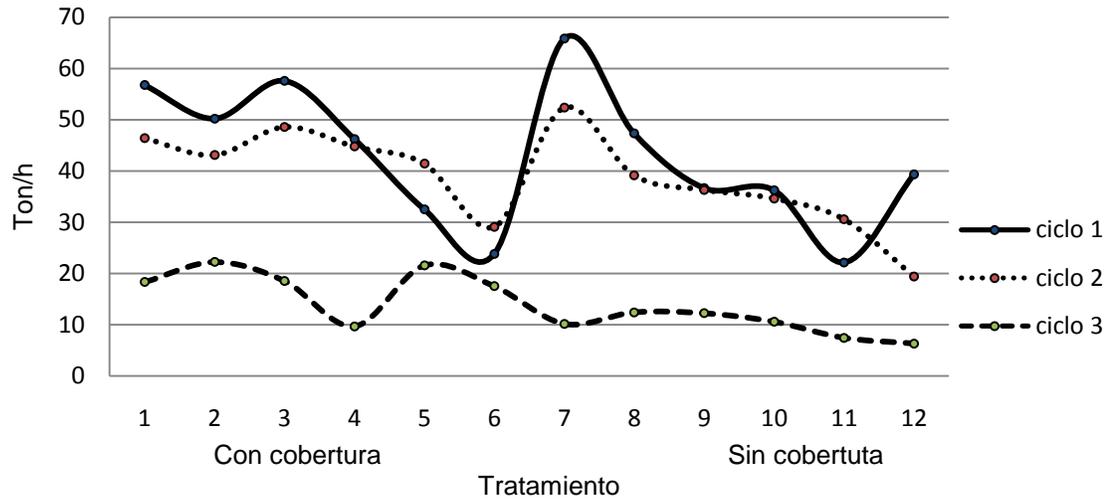
Por su parte Villarreal (2000), sostiene que las plantas de tomate, cultivadas en el suelo con cobertura vegetal de *Mucuna pruriens* y *Clitoria ternatea* con baja fertilización, presentaron similares valores de absorción de N, P y K que las plantas que crecieron en suelo con alta dosis de fertilización, lo cual sugiere una mayor eficiencia de la fertilización de N, P y K en los suelos tratados con cobertura vegetal ya que presentan una tendencia a disminuir en el tejido foliar, conforme el cultivo avanza en su ciclo de desarrollo, lo cual se debe a la alta demanda de los frutos en desarrollo.

Rendimiento de cebolla

Tal como aparece en los Cuadros 4.1 al 4.3, la cobertura vegetal fue positiva solo en el Ciclo 3, aunque, remarcando de nuevo, el gran ahorro de agua de riego por su implementación, ya es motivo de ventaja en esta ocasión, aun en los otros dos ciclos.

Podemos notar que los tratamientos 100% y 80% se comportaron mejor en esta variable para los dos primeros ciclos por cierto desgaste durante el uso de nutrientes, pero durante el ciclo 3 por cierto descontrol en los tratamientos como lo muestran 40 y 20% ya no hubo un porcentaje nutricional ya que la media en cuanto al rendimiento más alto lo presentó el ciclo 1 con 42.8 toneladas por hectárea y el ciclo 3 solo presentó 13.8 toneladas por hectárea.

Figura 4.3 Rendimiento de cebolla (*Allium cepa L*) Ciclos 1 2 y 3



En un sentido contrario a esta investigación, al checar con los resultados obtenidos por Villarreal (2006) en la producción de tomate, comparando tratamientos con y sin cobertura, él encontró que en frutos de tamaño pequeño no tuvo diferencia significativa entre tratamientos. Sin embargo, las plantas que crecieron en suelo con cobertura de la leguminosa *C. ternatea* produjeron el mayor número de frutos grandes, seguidas por las que tuvieron cobertura de *M. pruriens* y acolchado plástico. Las plantas que crecieron en suelo desnudo produjeron la menor cantidad de frutos grandes. Los tratamientos de *C. ternatea* y acolchado plástico rindieron la mayor cantidad de frutos medianos, mientras que en suelo desnudo se produjo la menor cantidad. El mayor rendimiento de fruto se obtuvo en el tratamiento de cobertura con *C. ternatea* y el menor se observó en el suelo desnudo.

Por otra parte, la presencia de lombricomposta en las mezclas analizadas en este experimento, en cada ciclo fue factor positivo para esta variable; aunque también, de forma bastante clara se puede apreciar que al paso de los ciclos, la lombricomposta fue manifestando menores valores.

Para el caso de esta variable, tal como ocurrió con el diámetro ecuatorial y directamente relacionado con este rendimiento, de nuevo el Ciclo primero presentó los valores mayores, aunque no de forma tan clara como en el diámetro ecuatorial, ya que mientras que en aquel solo una vez fue superado por el Ciclo 3, aquí sucedió en tres ocasiones por el Ciclo 2.

Hasta este punto, fue notorio que mientras que el Ciclo 1 dio los valores mayores en diámetro ecuatorial y rendimiento de bulbo, en el desarrollo del follaje, manifestó los menores.

Las prácticas culturales de manejo del suelo, como la empleada en este estudio en los tratamientos con aplicación de vermicomposta y cobertura vegetal, pudieron fomentar condiciones favorables para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Pero los niveles estudiados de lombricomposta en dichos ciclos redujeron su acumulación en el suelo y la posibilidad al provocar efectos negativos en la nutrición de las plantas por efecto de desbalances entre

elementos nutritivos, para ello también consideramos las condiciones climatológicas y época de siembra por mencionar el ciclo 3 y los tratamientos 100% Lombricomposta sin cobertura en el primero y segundo ciclo.

Altura final de planta

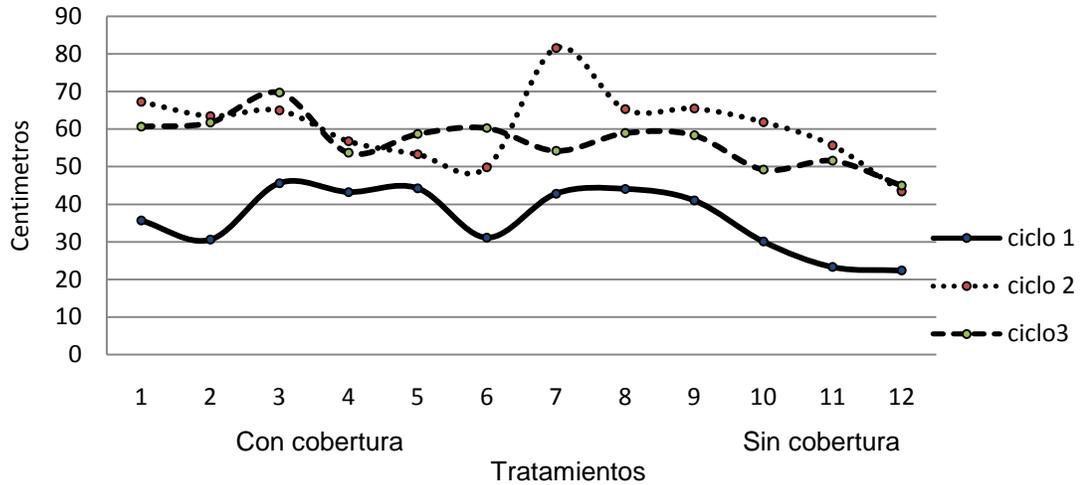
La presencia de cobertura no fue factor determinante de diferencia estadística para los dos primeros ciclos, mientras que la presencia de lombricomposta sí lo fue durante todos los ciclos evaluados (Cuadros 4.1 al 4.3). Esto alcanza a verse en la Figura 4.4 como un comportamiento horizontal de las medias en las dos primeras evaluaciones, mientras se da cierta tendencia a la disminución de valores conforme el contenido de lombricomposta en los tratamientos, lo que se aprecia más claramente en el tercer ciclo de cultivo.

En lo referente a altura de planta, una mayor altura causó mayor número de hojas y de clorofila por ende el incremento en número de hojas aumento la fotosíntesis, esto debió aumentar el peso, diámetro y consecuentemente en rendimiento, pero el ciclo 2 no presento estos atributos contrario al ciclo 1, lo que explica porque la altura varió en peso y diámetro, al notar que en los tratamientos 100% fueron superiores en el ciclo 2 al igual que los testigos, por esto la vermicomposta posee nutrientes que favoreció el crecimiento de la

planta, pero no se relaciona con el rendimiento ya que el bulbo de la cebolla solo almacena nutrientes lo que sucedió durante el ciclo 2 por aumentar la retención de humedad. Durante el ciclo 3 solo los tratamientos 60, 20 y 0% se vieron favorecidos en el factor cobertura pero no en los tratamientos sin cobertura.

Estos datos tienen relación contraria con los valores de Villarreal (2006) de nitrógeno foliar en las plantas de tomate, donde la concentración de nitrógeno en hojas más jóvenes completamente desarrolladas fue mayor en el tratamiento de acolchado plástico y fertilización alta, seguido del tratamiento con cobertura vegetal de *Mucuna pruriens* y suelo desnudo. Las plantas desarrolladas en la cobertura de *Clitoria ternatea* fueron las que presentaron significativamente menor concentración de nitrógeno que los tratamientos restantes. En ese muestreo, la concentración de fósforo en hojas recientemente maduras fue mayor en el tratamiento de acolchado plástico y fertilización alta, seguido del tratamiento de suelo desnudo y fertilización alta; las plantas desarrolladas en las coberturas vegetales presentaron los valores más bajos de este elemento. La concentración de potasio no varió significativamente entre los tratamientos, en los tres momentos de desarrollo del cultivo.

Figura 4.4 Altura final de cebolla (*Allium cepa* L) Ciclos 1, 2 y 3



La manifestación de lombricomposta en esta variable se relaciona en forma positiva con lo publicado por (Rodríguez, *et al.*, 2003), donde 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 lo son el nitrógeno, fosforo, potasio soluble, así como calcio y magnesio. Por ello la lombricomposta es un contenedor biológico de sustancias activas y reguladoras de crecimiento en un medio de crecimiento. Villareal, (2000), nos dice que el uso de cobertura vegetal puede activar la población 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.

Peso fresco de raíz

Aunque ninguno de los niveles de los dos factores empleados en esta investigación (porcentajes de lombricomposta, sí y no cobertura), presentó impacto estadístico en esta variable durante los ciclos de cultivo, sí se aprecian cantidades menores cuando ocurrió el primer ciclo de cultivo (Figura 4.5). Aparentemente, la mayor cantidad de nutrimentos en los materiales sin desgaste agrícola no hizo necesario el desarrollo de una gran masa radical, lo cual sucedió en los siguientes ciclos; de cualquier modo fue suficiente para mayor acumulación de tamaño de bulbo (Figura 4.3).

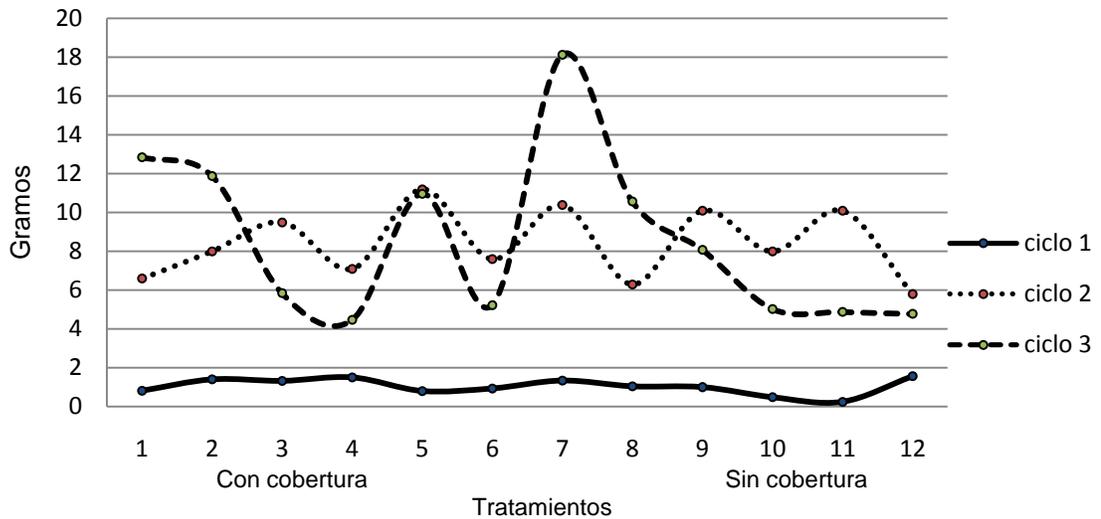
Dado que en el ciclo 3 el tratamiento 100% lombricomposta sin cubierta superó a los demás, se infiere que la vermicomposta en el sistema de producción no cubrió las necesidades nutricionales hasta dicho ciclo del cultivo, lo que coincide con Márquez (2004) y Heeb *et al.* (2005), quienes encontraron mayor rendimiento en los sistemas con fertilización inorgánica que en el sistema orgánico. Al respecto, Atiyeh *et al.* (2000) señalaron que el uso de más de 20 % de vermicomposta en el sustrato hace disminuir la producción debido a un incremento en la conductividad eléctrica.

Aunque podemos notar que en la figura 4.5 del ciclo 3 los tratamientos 100 y 80% cubierto y no cubierto presentan los niveles más altos, pero no superaron al ciclo 2 en su mayoría, ya que este proporcionó resultados en la variable obteniendo una media de 8.39 gramos que su contraparte del tercero con una media de 8.56 gramos además de mencionar que los testigos en ambos tratamientos fueron superados por el ciclo 2.

En esta última figura se aprecia que prácticamente los ciclos uno y dos tuvieron un desarrollo horizontal a través del manejo experimental, mientras que en el Ciclo tres, como ocurrió en las demás variables, los niveles de lombricomposta fueron relacionados de modo positivo a la masa radical y consiguiente, mejor exploración del sustrato de crecimiento.

Relacionado a este comportamiento positivo de la lombricomposta menciona Villarreal (2000), que la aplicación de vermicompost aumentó la actividad microbiana del suelo, sugiriendo una proliferación de hongos micorrízicos en el suelo por la mayor disponibilidad de materia orgánica.

Figura 4.5 Peso fresco de raíz de cebolla (*Allium cepa L*) Ciclos 1, 2 y 3



Los atributos de la cobertura orgánica del suelo y el vermicompost combinados, impactan en el aumento de la fertilidad natural y la productividad del suelo, por lo tanto, generan un ahorro importante en uso de fertilizantes nitrogenados, fosforados, potásicos, en calcio y magnesio, y en consecuencia se reducirán los costos por fertilización y uso de agroplásticos en la horticultura de la región, (Villarreal, 2000).

CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos y bajo las condiciones en que se realizó esta presente investigación, se establece lo siguiente:

- ❖ El empleo de lombricomposta en combinación con cobertura vegetal permite obtener altos rendimientos
- ❖ En el segundo ciclo alcanzo los valores más altos para la mayoría las variables evaluadas
- ❖ El uso de cobertura vegetal al suelo favorece el rendimiento en el cultivo de cebolla durante los dos primeros ciclos
- ❖ Los porcentajes de lombricomposta y la cobertura eficientaron el uso del agua en comparación con el suelo descubierto para las variables evaluadas

BIBLIOGRAFIA

- Atiyeh, R. M., Lee, S., Edwards, C. A., Arancon N. Q. and Metzger, J. D. 2002. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. *Biores. Technol.* 84: 7-14.
- Bolaños, H. A., 2001,1 Introducción a la olericultura. Reimpresión de la 1 edición. Editorial universidad estatal a distancia, San José Costa Rica.
- 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.
- Cruz F., G. 1986. Manual de abonos orgánicos. Ed. Grupo editorial Ibero América, S.A de C.V. México.
- Day, Leslie. 2001. The city naturalist earthworms. Nysite West side. 100101, internet. www.nysite.com/nature/fauna/earthworm.htm.
- Duicela G. L. A., Farfán T. D., Romero R. F. 2003. Efecto de la cobertura vegetal viva y del mantillo sobre la productividad del café aravico. Desarrollo de tecnologías para la producción de café arábico orgánico (ig-ct-034)

- Ghosh, M., Chattopadhyay, G. N. and Baral, K., 1999. Transformation of phosphorus during vermicomposting. *Biores. Technol.* 69: 149-154.
- 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.
- Ipinza R., J. 1985. Relaciones filogenéticas de la lombriz. Primera Jornada Nacional de Lombricultura. Universidad de Santiago de Chile. Santiago, Chile. 9-10 p.
- López, M. D., Valdez, A. J., 1998. Producción de hortalizas, Editorial, Limusa, Grupo Noriega Editores. Octava reimpresión, México D.F.
- Márquez H. C., Cano. R. P., I. Chew M. Y., Moreno R. A., Rodríguez. D. N. 2006. Sustratos en la producción orgánica de tomate cherry bajo invernadero. *Revista Chapingo*, vol. 12, numero 002. Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Martínez, C., C. 1999, Potencial de la lombricultura, elementos básicos para su desarrollo. Segunda reimpresión en español. Editorial Lombricultura técnica mexicana. Texcoco, Edo. México.
- Morales, S. R., 2011. Respuesta de la cebolla (*Allium cepa* L.) en su tercer ciclo de al uso de lombricomposta en dos sistemas de producción a cielo abierto. Tesis. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coahuila, México.
- Moreno R. A., Valdés, P. M., Zarate, L. T., 2005 Desarrollo de tomate en sustratos de vermicompost/arena bajo condiciones de invernadero. *Agric. Téc. (Chile)*.
- Neuhauser, E., Hartenstein R. and Kaplan D. 1988 Growth of earthworms for managing sewage sludge. In Edit. Edwards, C. and Neuhauser, E. *Earthworm in waste and Environmental Management*. SPB Academic Publishing BV The Hague, 9-20.

- Olivares S. E. 2000. Paquete de diseños experimentales FA–UANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín. N. L., México.
- Pastor M., J. Castro. 1997. Sistemas de manejo de suelo en olivar. Cap. 17, pág... 289-308, en Agricultura de Conservación: fundamentos agronómicos, medioambientales y económicos. Edita AELC/ SV., 372 págs.
- Pereira, M. G. and Zezzi A, M. A. 2003. Vermicompost as a Natural Adsorbent Material: Characterization and Potentialities for Cadmium Adsorption. J. Braz. Chem. Soc., 14(1): 39-47.
- 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.
- Rodríguez Q., G. 1998. El lombricompostaje de biosólidos. Una biotecnología alternativa para la obtención de bienes y servicios ambientales. colefcicese. Tesis de maestría. 28p.
- Roe, N. E.; Estoffella, P. J. and Graetz, D. 1997. Composts from various municipal solid waste feedstocks affect vegetable crops. Growth, yields, and fruit quality. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 122:433-437.
- Saavedra M., y M. Pastor. 1995. Cobertura de especies gramíneas autóctonas en olivar: diseño de una técnica de implantación y manejo. Congreso 1995 SEMH, 175-180.
- Salunkhe, D. K., Kadam, S. S., 2004. Tratado de ciencia y tecnología de hortalizas. Editorial, Acriba, S. A., Zaragoza, España.
- Schuldt, M. 2006. Lombricultura teoría y práctica. Mundi-prensa. Madrid España.

Villarreal R. M., Hernández. S., Sánchez P. P., García E. R. S., Osuna E. T., Parra T. S., Armenta B. A. D. 2006. Efecto de cobertura del suelo con leguminosas en rendimiento y calidad del tomate. *TERRA Latinoamericana*, Vol. 24, Núm. Universidad Autónoma Chapingo México.

Villarreal, R. M., Parra, T. S., Sánchez. 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 citadas en la web.

<http://www.sagarpa.gob.mx>. Publicado 22 de septiembre del 2011. Lombricultura Técnica Mexicana. Directora Ejecutiva. Claudia Martínez Cerdas Texcoco, Edo. de México.

<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents>. 2007-2012. Desarrollo Rural Fuente: INCA, SIAP, Reglas de Operación y Programa Sectorial.

<http://www.cefp.gob.mx/> Análisis mensual de productos básicos 13 de julio de 2011. Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (CEFP) H Cámara de Diputados.

<http://www.codexalimentarius.net>. 12 de julio de 2007. Que es la agricultura orgánica (Inforganic) *Comisión del Codex Alimentarius* FAO/OMS 1999.

<http://www.fao.org/ag/esp/revista/9901sp3.htm>. La Agricultura Orgánica, del 25 al 29 de enero de 1999. Departamento de agricultura y protección del consumidor. Publicado en enero de 1999 Roma.