



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA



UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

**EVALUACIÓN DEL COMPOST A BASE DE RESIDUOS DE HONGO SETA
PARA LA PRODUCCIÓN DE BRÓCOLI (*Brassica olearacea* L.)**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO (A) EN INGENIERÍA AGROFORETAL

PRESENTA

José Vicente Islas Gantes

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Omar Romero arenas

CODIRECTOR

Dr. Miguel Ángel Damian Huato

Tetela De Ocampo, Puebla-México. Noviembre 2014



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA



UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

**EVALUACIÓN DEL COMPOST A BASE DE RESIDUOS DE HONGO SETA
PARA LA PRODUCCIÓN DE BRÓCOLI (*Brassica olearacea* L)**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO (A) EN INGENIERÍA AGROFORETAL

PRESENTA

José Vicente Islas Gantes

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Omar Romero Arenas

CODIRECTOR

Dr. Miguel Ángel Damian Huato

ASESOR

Dr. José Filomeno Conrado Parraguirre Lezama

Tetela De Ocampo, Puebla-México. Noviembre 2014

La presente tesis titulada: **EVALUACIÓN DEL COMPOST A BASE DE RESIDUOS DE HONGO SETA PARA LA PRODUCCIÓN DE BRÓCOLI (*BRASSICA OLEARACEA* L)** realizada por José Vicente Islas Gantes, ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el Título de:

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGROFORESTAL

Unidad Académica de Ingeniería Agrohidráulica

Consejo Particular integrado por:

Firma

Director: Omar Romero Arenas

Codirector: Miguel Ángel Damian Huato

Asesor: José Filomeno Conrado Parraguirre

Lezama

Tetela De Ocampo, Puebla-México. Noviembre 2014

El presente trabajo forma parte del Cuerpo Académico denominado **“Recursos Naturales y Sistemas Agroforestales”** en la línea de investigación: **Los Sistemas Agroforestales para la transformación Industrial y el Desarrollo Socioeconómico de Comunidades Rurales**. Con número de clave BUAP-CA-265.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios ya que gracias a él, que dio la vida, salud a cada día de mi vida, por ello es que hoy concluyo la primera etapa en mi formación como profesionista y la fortaleza de seguir adelante por el camino correcto.

A mi padre por ser el pilar más importante de mi formación humana, por todo el esfuerzo, dedicación apoyo, así como la enseñanza del trabajo que debemos realizar para alcanzar una meta, de cumplir los sueños. Te doy las gracias por confiar plenamente en mí.

A mi madre quien me trajo a este mundo y por acompañarme los primeros años de mi vida, aunque no estés aquí sé que estas orgullosa de mi.

A mis hermanos por ser las personas con las que crecí, y con los que he compartido la mayor parte de mi vida, les doy gracias por todo su apoyo por compartir los mejores momentos de nuestras vidas y por el cariño y respeto mutuo.

A toda mi familia por animarme, cumplir una meta y superarme porque de una manera u otra fueron un pilar de apoyo cuando más lo necesité.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Omar Romero Arenas quien fungió director y consejero, agradezco el tiempo, disponibilidad, esfuerzo, dedicación así como el tiempo que me brindó durante la estancia en este trabajo y por creer en mí.

Al Dr. Miguel Ángel Damian Huato por haberme dado la oportunidad de estar en su equipo de trabajo así como de las enseñanzas, consejos disponibilidad, esfuerzo y amplios conocimientos otorgados para la realización de este trabajo.

Al Dr. José Filomeno Corado Parraguirre Lezama por ser parte de las enseñanzas a lo largo de la estancia de mi carrera, por ser un ejemplo a seguir y por el apoyo otorgado en este tema.

Agradezco a la Benemérita Autónoma de Puebla por ser la institución que me otorgó un lugar para el aprendizaje, por ello soy orgullosamente estudiante de una de las mejores escuelas en nuestro país.

Mis amigos Alfredo, Alejandro Ana Lidia, Javier, Monse, Oscar por ser las personas con las que más conviví y compartí experiencias laborales y por todo el apoyo brindado durante nuestra preparación universitaria.

A todo el personal académico quienes impartieron compartieron sus conocimientos a lo largo de mi estancia estudiantil y al personal administrativo de la Unidad Regional Tetela por todo el apoyo brindado durante mi estancia académica.

A la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado, a sus programas de Jóvenes Investigadores y La ciencia en tus manos.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE DE CUADROS	I
ÍNDICE DE FIGURAS	II
RESUMEN	III
SUMMARY	IV
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 General	2
2.2 Específicos	2
III. HIPÓTESIS	3
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	4
4.1 Fertilidad del suelo	4
4.2 Abonos orgánicos	6
4.3 Materia orgánica en el suelo	7
4.4 Descomposición de la materia orgánica	7
4.5 Microorganismos en el suelo	8
4.6 Importancia de los rastrojos agrícolas en México	8
4.7 Lombricultura	9
4.7.1 Beneficios de humus de lombriz	10
4.7.2 Propiedades Físicas	10
4.7.3 Producción de vermicompostas	10
4.8 Lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>)	11

4.8.1 Taxonomía	
4.8.2 Morfología	12
4.8.3 Sistema circulatorio	13
4.8.4 Sistema digestivo	13
4.8.5 Respiración	14
4.8.6 Reproducción	14
4.8.7 Factores que afectan su reproducción	15
4.8.8 Requerimientos de hábitat	15
4.8.9 Enemigos de la lombriz	17
4.9 Origen del brócoli	17
4.9.1 Taxonomía	18
4.9.2 Morfología	18
4.9.3 Requerimientos de clima y suelo	19
4.9.4 Plagas	20
4.9.5 Enfermedades	20
V. MATERIALES Y MÉTODOS	22
5.1 Elaboración de abono orgánico	22
5.2 Análisis físico químico del lombricomposta obtenida de residuos de la producción de hongo seta	23
5.3 Germinación de semillas de brócoli (<i>Brassica oleraceavar. patriot</i>)	24
5.3.1 Trabajo en invernadero	24
5.3.2 Diseño experimental	25
5.4 Análisis químico proximal a racimos de brócoli	25

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
6.1 Conteo poblacional de lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>)	31
6.2 Análisis fisicoquímico de abono orgánico (Lombricomposta)	34
6.3 Desarrollo vegetativo de Brócoli (<i>Bassica olearacea</i>)	35
6.4 Análisis Bromatológico a racimos de Brócoli (<i>Brassica olearacea</i>).	37
VII. CONCLUSIÓN	39
VIII. LITERATURA CITADA	40
IX. ANEXOS	51

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro 1. Clasificación taxonómica de <i>Eisenia foetida</i> .	12
Cuadro 2. Clasificación taxonómica del brócoli según Gill (1965)	18
Cuadro 3. Análisis fisicoquímico realizados en el humus de lombriz, elaborada de residuos agotados de la cosecha de hongo seta (<i>Pleurotus ostreatus</i>) y residuos orgánicos.	34
Cuadro 4. Materia seca (MS) para racimos fertilizados con humus de lombriz elaborada partir de remanentes de sustrato de seta y desechos vegetales.	37
Cuadro 5. Proteína cruda en racimos de brócoli (<i>Brassica olearacea</i>).	37
Cuadro 6. Fibra detergente neutra y fibra detergente ácida.	38

ÍNDICE DE FIGURA

Contenido	Página
Figura 1. Ciclo reproductivo de <i>Eisenia foetida</i> (Mendoza, 2008).	15
Figura 2. Localización geográfica del de Tetela de Ocampo.	22
Figura 3. Porcentaje total de lombrices de acuerdo a su grado de madurez.	31
Figura 4. Lombrices encontradas por 10 cuadrantes.	32
Figura 5. Lombrices encontradas a los 20 cuadrantes.	32
Figura 6. Lombrices encontradas a los 30 cuadrantes.	33
Figura 7. Cocones en cuadrantes.	33
Figura 8. Desarrollo vegetativo de <i>brassica olearacea</i> .	35
Figura 9. Diámetro y altura de la pella.	36

EVALUACIÓN DEL COMPOST A BASE DE RESIDUOS DE HONGO SETA PARA LA PRODUCCIÓN DE BRÓCOLI (*Brassica olearacea* L.).

RESUMEN

La producción de abonos orgánicos es un ejemplo claro de desarrollo sustentable, ya que en esta actividad se utilizan variados materiales que va desde estiércoles hasta desechos de actividades agrícolas. Una de ellas es la producción de Hongo seta (*Pleurotus ostreatus*), dicho material al termino del cultivo puede ser utilizado para otras actividades como la lombricultura proporcionando beneficios adicionales para los sistemas de producción. En esta investigación se estudió la dinámica poblacional de la lombriz Roja californiana (*Eisenia foetida*) en los remanentes del sustrato del cultivo de setas, desde la preparación del módulo para la reproducción de los anélidos hasta el uso como fertilizante para la producción de Brócoli (*Brassica olearacea* L.), así como el análisis proximal para conocer la cantidad de nutrientes. Los resultados muestran que los desechos de los materiales para el cultivo de setas es una opción viable para el desarrollo y reproducción de la lombriz, en el análisis físico proximal del humus se obtuvo un pH de 7.4, materia orgánica del 50%, nitrógeno total 0.84 %, fósforo total 0.18 %, sodio total 0.19 %, magnesio 0.37 %, calcio 5.94 %, potasio .75 % y conductividad eléctrica de 4.01. Los resultados en cuanto al desarrollo de vegetativo de la planta fue una altura promedio de 48.1576 y de espesor del tallo de 77. 1576 mm. El análisis químico proximal a los racimos del Brócoli muestran el 9.61% MS, 24.71 de PC, FDA 18.91% y FDN 27.59, lo que indica que el uso de los remanentes de los materiales para setas es una opción para su uso como fertilizante.

Palabras clave: *Eisenia foetida*, reproducción, abono orgánico, análisis bromatológico

EVALUATION OF COMPOST TO BASE OF RESIDUALS OF MUSHROOM FOR THE PRODUCTION OF BROCCOLI (*Brassica olearacea* L).

SUMMARY

The production of organic manure is a clear example of sustainable development, since in this activity varied materials are used that goes from manures there are wastes of agricultural activities, one of them is the production of Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) through rakes agricultural, this materials to the finish of the cultivation it can be used for other activities like the use of worms providing additional benefits for the production systems. In this investigation the populational dynamics of the Red Californian (*Eisenia foetida*) worm was studied in the remainders of the sustrate of the cultivation of mushrooms, from the preparation of the module for the reproduction of the annelids until the use like fertilizer for the production of Broccoli (*Brassica olearacea* L.), as well as the analysis proximal to know the quantity of nutritious. The results show that the wastes of the materials for the cultivation of mushrooms are a viable option for the development and reproduction of the worm, in the analysis physical proximal of the humus a pH was obtained of 7.4, organic matter of 50%, total nitrogen 0.84%, total match 0.18%, total sodium 0.19%, magnesium 0.37%, calcium 5.94%, potassium.75% and electric conductivity of 4.01, the data obtained as for the development of vegetative of the plant a height average of 48.1576 and of thickness of the shaft of 77. 1576 mm, for the analysis chemical proximal to the clusters of the Broccoli shows the one 9.61% MS 24.71 of PC, FDA 18.91% and FDN 27.59, what indicates that the use of the remainders of the materials for mushrooms is an option for its use as fertilizer.

Key words: *Eisenia foetida*, reproduction, organic payment, compositional analysis

I. INTRODUCCIÓN

Existe una gran diversidad de materiales que son utilizados como fuente de materia orgánica para el enriquecimiento del suelo, pueden ser aplicados en forma fresca o posterior a un proceso de elaboración de abonos orgánicos. Estos materiales pueden ser clasificados de origen agrícola, ganadero, forestal, industrial y urbano (Durán y Henríquez, 2006).

Dentro de la producción de abonos, el vermicompostaje logra transformar los desechos orgánicos en compuestos estables, por lo cual es considerado una forma de compostaje, donde el material obtenido se considera enriquecido tanto por la actividad de las lombrices al degradar los materiales con los que se alimenta (Hernández *et al.*, 2010, Romero *et al.*, 2013). La aplicación de materia orgánica humificada aporta nutrientes y funciona como una base para la formación de múltiples compuestos que mantienen la actividad microbiana, como son: las sustancias húmicas (ácidos húmicos, fulvicos y huminas), favoreciendo la disponibilidad de nutrientes esenciales para las plantas y/o cultivos de interés (Félix *et al.*, 2008, Valenzuela *et al.*, 2014).

El brócoli constituye un valioso alimento por su alto contenido de minerales tales como potasio, azufre, fósforo, entre otros, siendo una fuente importante en la alimentación humana. Estos son de relevante calidad nutritiva, en los últimos años está alcanzando mucha importancia, por esta razón y demás por ser un cultivo de exportación (Ortiz, 2011).

México es uno de los principales países exportadores de hortalizas frescas y congeladas hacia Los Estados Unidos de Norteamérica. (SFA, 2011). En los últimos 30 años la superficie sembrada se incrementó a un ritmo de 13.8%. Actualmente en la república mexicana se siembra una superficie de 214 mil hectáreas de brócoli llevándose a cabo la producción en 14 estados, y en el estado de Puebla se siembra en 24 municipios ocupando un área de 1,202 hectareas (Santoyo y Martínez, 2011).

La mala utilización de paquetes tecnológicos modernos y la aplicación de agroquímicos de origen sintético para mejorar la producción agrícola, producen una serie de desequilibrios en los agroecosistemas (Granada y Chucho, 2010). Esto genera suelos no aptos para la agricultura, en los cuales se obtiene poco rendimiento debido al manejo inadecuado de los recursos naturales, al grado de mineralización y a la dependencia de insumos externos.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar las características físico-químicas y biológicas del compost a base de desechos de la producción de hongo seta para la fertilización de brócoli (*Brassica olearacea* L).

2.2 Objetivos específicos

- Evaluar la dinámica poblacional de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en residuos del sustrato de la producción de hongo seta.
- Realizar un análisis físico-químico de lombricomposta con remanentes del sustrato de la producción de hongo seta.
- Realizar análisis bromatológico a racimos de brócoli fertilizada con humus de lombriz.

III. HIPÓTESIS

El uso de remanentes del sustrato de la producción de hongo seta para la elaboración de compost de lombriz puede ser utilizada como abono alternativo para el cultivo de brócoli (*Brassica olearacea* L).

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Fertilidad del suelo

La fertilidad del suelo es la base para la nutrición vegetal. El suelo es un material heterogéneo compuesto de tres fases: sólida (50%), líquida (25%) y gaseosa (25%). La materia orgánica y las arcillas de la fase sólida proveen los nutrimentos al suelo, las partículas orgánicas aportan con nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S), mientras que las arcillas con potasio (K), calcio (Ca), hierro (Fe), zinc (Zn), sodio (Na), magnesio (Mg), cobalto (Co). La fase líquida se encarga del transporte de los nutrientes hacia las raíces, además de proporcionar agua a la planta. La fase gaseosa resulta del intercambio de gases de los organismos del suelo y la atmósfera (Rodríguez, 2005).

Los nutrientes minerales del suelo se clasifican en esenciales y no esenciales, entendiéndose por esenciales a aquellos nutrimentos que su carencia dificulta el ciclo vital de la planta, la deficiencia es específica y no puede ser suplida por otro elemento, el elemento se relaciona directamente con la nutrición de la planta, independientemente de que puedan presentar otros efectos de corrección en la condición química o microbiana del suelo (Graetz, 2008).

Los elementos más importantes para la nutrición de las plantas de acuerdo con Sánchez (2007) y Rodríguez (2005), son:

a) Nitrógeno

Es el elemento que las plantas absorben en mayor cantidad, es indispensable para el vigor del follaje, lo que se manifiesta en el color verde oscuro de las hojas y tallos, debido a la alta formación de clorofila. Su factor principal que determina el rendimiento y la base de la fertilización, se absorbe generalmente del suelo pero también es asimilado del aire.

b) Fósforo

Este elemento estimula la formación y crecimiento temprano de las raíces, favoreciendo un arranque vigoroso y rápido de la planta, estimulando la floración, acelera la madurez, ayuda a la formación de la semilla y mejora la resistencia contra efectos de las bajas temperaturas en invierno.

c) Potasio

Aumenta el vigor de las plantas y su resistencia a las enfermedades. Mejora su resistencia a los efectos de temperaturas frías además de que aumenta el llenado de granos, semillas, manteniendo el desarrollo de las raíces y los tubérculos, siendo el más importante para la formación y transferencia de los almidones, azúcares y aceites.

d) Macronutrientes secundarios

Azufre: Es un constituyente estructural de varias coenzimas y grupos de proteínas, representada de 0.1 a 0.5% de la planta en seco.

Calcio: Se le considera esencial para la estructura de las partes de las células y para el desarrollo de la raíz de las plantas.

Magnesio: Es un elemento esencial de la clorofila, responsable de la fotosíntesis, auxilia para la absorción del fósforo y actúa en la fijación de nitrógeno.

e) Micronutrientes

Boro: Es esencial en la germinación de los granos de polen y en el crecimiento del tubo polínico, es importante en la formación y ayuda a estimular la formación de la floración de los cultivos. Las deficiencias de boro se presentan en la detención del crecimiento y desarrollo, deformaciones en las hojas, muerte de los puntos meristemáticos.

Cloro: Principalmente influye en el metabolismo de los carbohidratos y en la producción de la clorofila.

Cobre: Es necesario para formar la clorofila, cataliza varios procesos en las plantas, ayuda al transporte electrónico para una adecuada fotosíntesis, además tiene una acción fungicida que incrementa la resistencia natural de la planta. Los síntomas de deficiencia que presenta son frutos de forma irregular, manchas pardas o rojizas en la superficie de los frutos, reducción del crecimiento de los brotes jóvenes y aspecto clorótico, marchito de las plantas.

Hierro: Es un constituyente de las enzimas esenciales en el metabolismo, la carencia del hierro en los suelos se manifiesta cuando las hojas de las plantas se tornan de un color amarillento.

Manganeso: Su función principal es el proceso de fotosíntesis, un índice inferior a 20 partes por millón de manganeso da origen a enfermedades de tipo carencial en los cultivos, algunos síntomas por deficiencia son puntos necróticos en la planta, amarillamiento rojizo en la zona internerval de las hojas.

Zinc: Ayuda en los procesos de crecimiento y en los sistemas enzimáticos de las plantas, y es esencial para promover reacciones metabólicas. Los síntomas que presenta por falta de este elemento es formación de entrenudos cortos, plantas arrosetadas, crecimiento general reducido, hojas terminales pequeñas, yemas con escaso vigor vegetativo, manchas amarillas y necróticas en hojas y en casos extremos no se forman semillas.

4.2 Abonos orgánicos

Según los historiadores, el hombre utilizó como primeros abonos el estiércol, los huesos de animales, las cenizas de manera, los desperdicios de vegetales, el guano, el pescado, la cal y la marga, en el transcurso del tiempo el hombre empleó todos aquellos materiales que, de una u otra manera, consideró que podían servir para aumentar los rendimientos de la tierra (Sánchez, 2007).

Los abonos orgánicos están constituidos por desechos de origen animal, vegetal o mixto, que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas (esto dependiendo de la naturaleza del abono y características del suelo). No solo aportan al suelo material nutritivo, sino que además, influyen favorablemente en su estructura, modifican la población de microorganismos y benefician la formación de humus que incrementa el intercambio catiónico (Romero *et al.*, 2004; López *et al.*, 2012).

Los abonos orgánicos pueden satisfacer la demanda de nutrientes de los cultivos, reduciendo significativamente el uso de fertilizantes químicos y mejorando las características de los vegetales, además mejoran las propiedades de los suelos que han sido deteriorados por el uso excesivo de agroquímicos y su sobre explotación (Olivares 2012; Álvarez *et al.*, 2010).

El precio alto de los fertilizantes sintéticos y la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por su lixiviación comprometen la sostenibilidad de la agricultura moderna, y grandes esfuerzos son necesarios para optimizar el reciclaje de los nutrientes y favorecer su

permanencia en el agrosistema. Los abonos orgánicos representan una de las alternativas para mejorar la sostenibilidad y contribuir al buen equilibrio del sistema agrícola (Atiyeh, 2001).

4.3 Materia orgánica en el suelo

La materia orgánica del suelo está compuesta por todos los materiales orgánicos muertos, de origen animal o vegetal y por productos orgánicos producidos en su transformación. Una pequeña fracción de la materia orgánica incluye materiales ligeramente transformados, de color oscuro y de alto peso molecular, llamados compuestos húmicos (Crespo, 2011).

La materia orgánica (MO) es considerada importante en la calidad del suelo debido a sus características y cantidad que influye directa e indirectamente en sus propiedades físicas (Pulido *et al.*, 2010), forma agregados y proporciona estabilidad estructural, uniéndose a las arcillas y formando el complejo de cambio, favoreciendo la penetración del agua y su retención, disminuyendo la erosión y beneficia el intercambio gaseoso (Julca *et al.*, 2006).

Para Hernández *et al.* (2010) la materia orgánica reviste una significativa importancia, ya que imparte al suelo efectos en sus propiedades físicas, químicas y biológicas, las cuales se traducen en la capacidad productiva de los campos, por lo que su gestión dentro del agroecosistema será uno de los elementos más importantes a considerar para la consecución de la perdurabilidad de los sistemas productivos, ya que con suelos con un alto nivel de materia orgánica se puede lograr los máximos rendimientos alcanzados para la variedad, clima y manejo de los cultivos.

4.4 Descomposición de la materia orgánica

Cualquier residuo orgánico (animal o vegetal) incorporado al suelo es transformado por los microorganismos en forma gradual y con liberación de energía (calor) hasta la liberación de los nutrientes minerales en él contenidos. En el proceso de descomposición del total de la materia orgánica incorporada al suelo, el 65 % se pierde como CO₂, H₂O, energía, etc. Sólo el 35% pasa a formar sustancias orgánicas humificadas, el cual es utilizado en la síntesis microbial, culminando en el proceso de mineralización (Chilon, 1997).

Estos restos están constituidos por una amplia gama de sustancias: glúcidos, taninos, resinas, grasas, aceites, pigmentos, compuestos nitrogenados, etc. Cuando todos llegan al suelo, aún conservan su estructura anatómica original y un contenido bastante elevado de humedad. Esta

última circunstancia ejerce una acción estimulante sobre la actividad microbiana del suelo (Navarro, 2003).

4.5 Microorganismos en el suelo

Los microorganismos son considerados como la maquina bioquímica que maneja los procesos químicos de transformación de la materia orgánica. Las bacterias y los hongos son los que principalmente se involucran en la mayoría de los procesos en el suelo, así como en la degradación de compuestos orgánicos y su transformación, sin embargo las bacterias representan la mayor diversidad en el suelo ya que se distribuyen en todos los ambientes vivos; su rápido crecimiento y metabolismo las ubica como una importante herramienta para la mineralización de la materia orgánica (Cháves, 2005).

La escasa existencia de los microorganismos en el suelo afecta directamente en la disponibilidad de nutrientes para las plantas por procesos de inmovilización o estabilización de la materia orgánica, dejando un suelo bajo en nutrientes (Fernández *et al.*, 2011).

4.6 Importancia de los rastrojos agrícolas en México

Los residuos de cosecha, llamados también rastrojos, esquilmos, pajas, zacate, pastura, clazol y basura desempeñan un papel preponderante en los sistemas mixtos agrícolas y pecuarios en el mundo (Reyes *et al.*, 2013). En México, el mayor volumen de rastrojos se obtiene de los cereales y está asociado directamente con la producción de granos (Sánchez *et al.*, 2012) por lo que, conforme aumenta la cantidad de granos producida para satisfacer la demanda alimenticia de la población, aumenta la disponibilidad de estos residuos (SIAP, 2011).

Los rastrojos o residuos de cosecha de cultivos agrícolas principalmente de granos, tienen usos fundamentales: constituyen un insumo para la alimentación de rumiantes, suministrado como suplemento en la dieta de los animales (Muños *et al.*, 2013) y son la principal fuente de cobertura del suelo en la agricultura en laderas siendo una de las tecnologías más efectivas para regular la humedad y temperatura del mismo, amortigua la erosión hídrica, controla la maleza, aporta materia orgánica (MO) y nutrientes al suelo (Erenstein *et al.*, 2012).

En México, la mayor producción de rastrojos se obtiene de los cereales y está asociada directamente con la producción de grano, por lo que, a medida de que aumenta la cantidad

producida de granos para satisfacer la demanda alimenticia de la población, se incrementa la disponibilidad de estos residuos (Macedo, 2000). Según la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), la producción nacional de esquilmos agrícolas en México es de 45 millones de toneladas de MS, provenientes de diez cultivos; entre ellos, los principales son: el maíz, el sorgo, el trigo y la cebada.

Existen también otros usos de los rastrojos, que contribuyen a enfrentar los retos de diferente índole, que se presentan en el medio rural. Por una parte está su aprovechamiento en la industria de la construcción, sobre todo, en la bioconstrucción, con el objetivo de hacer habitaciones más amigables con el medio ambiente. Otro uso corresponde a la producción de hongos, que aporta al desafío de la soberanía y seguridad alimentaria, de una manera más diversificada (Lal, 2005).

4.7 Lombricultura

La lombricultura es el cultivo-desarrollo de las poblaciones de lombrices. Un proceso limpio y de fácil aplicación para reciclar una amplia y variada gama de residuos biodegradables, produciendo abono y lombrices (Schuldt, 2006), Milena *et al.* (2008) la consideran como una técnica para obtener proteína animal usando la lombriz que se alimenta de la materia orgánica y la convierte en humus.

El abono orgánico obtenido se le conoce como vermicompostas, lombricompost, lombrihumus y humus de lombriz (Durán y Henríquez, 2007, Gonzáles *et al.*, 2011, Romero *et al.*, 2013), mediante un proceso de biooxidación, degradación y estabilización de la materia orgánica, a través de la acción conjunta de lombrices y microorganismos, al término del proceso se obtiene un material final estabilizado, homogéneo, rico en nutrientes (Acosta *et al.*, 2014).

Las lombrices constituyen un recurso potencial de gran interés en la sostenibilidad de la agricultura, pues, participan activamente en la regulación de las propiedades físicas del suelo, la dinámica de la materia orgánica del entorno y el crecimiento de las plantas (Loza *et al.*, 2012).

4.7.1 Beneficios del humus de lombriz

Algunos de los benéficos importantes del uso del humus de lombriz son los siguientes:

- Aporta cantidades equilibradas de nutrientes.
- Favorece la asimilación de los micronutrientes de la planta a través de enzimas.
- Mejora la aeración del suelo debido a que modifica la estructura del suelo.
- Mejora la salud de las plantas, haciéndola más resistente a las plagas.
- Aumenta la capacidad de retención de agua.
- Favorece la capacidad de intercambio catiónico del suelo al unirse con la arcilla para formar el complejo arcillo-húmico.
- Forma complejos fosfo-húmicos, manteniendo el fósforo en estado asimilable para las plantas.
- Es fuente de gas carbónico, que constituye a solubilizar algunos minerales del suelo, para facilitar la absorción por las plantas (Bollo, 1999; Moreno *et al*, 2005)

4.7.2 Propiedades físicas

Las vermicompostas son un abono rico en hormas, sustancias producidas por el metabolismo secundario de las bacterias, que estimulan los procesos biológicos de la planta (Durán y Henríquez, 2006).

Estos agentes reguladores del crecimiento son:

- La Auxina, que provoca el alargamiento de las células de las flores, aumenta el poder germinativo de las semillas y la dimensión de los frutos.
- La Gibberelina, favorece el desarrollo de las flores, aumenta el poder germinativo de las semillas y la dimensión de algunos frutos.
- La Citoquinina, retarda el envejecimiento de los tejidos vegetales, facilita la formación de los tubérculos y la acumulación de almidones en ellos (Martínez, 2000).

4.7.3 Producción de vermicompostas

Del total de los residuos ingeridos el 75 por ciento es transformado en humus de lombriz, las lombrices desdoblan en el intestino juvenil el doble de su peso diariamente, considerando la

población en 1 m² está compuesta de individuos de todas las edades, pueden esperarse una acción descomponedora de 1:1 dependiendo de la humedad del sustrato y otros factores (Loza *et al.*, 2012).

Después de separar las lombrices del humus, este se seca ligeramente a la sombra, se almacena en bolsas o se oferta a granel, tiene una durabilidad de 4 meses después de lo cual disminuye la concentración de la carga microbiana (Salazar *et al.*, 1999).

Las lombrices seleccionadas para la práctica lombrícola se alimentan de desechos previamente fermentados (compostas orgánicas) biodegradables como:

- a) Excretas de animales (bovino, porcino, equino, caprino etc.).
- b) Residuos vegetales (pseudo tallos de plátano, cascarilla de arroz, pulpa de café, frutas, vegetales, bagazo, bagacillo, estopa de coco, rastrojos agrícolas etc.).
- c) Residuos industriales (cartón, papel, textiles, residuos de agave de la industria tequilera) y urbanos (Caravedo, 2010).

4.8 Lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*)

La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) es originaria de Eurasia (subcontinente localizado entre Europa y Asia), los primeros criaderos intensivos se realizaron en la década de los cincuenta en California EEUU, del ahí que recibe su nombre (Loza *et al.*, 2010; Lastra, 1995).

En la actualidad se han identificado alrededor de 8,000 especies de lombrices de las cuales únicamente se han logrado domesticar tres, *Eudriluseugenia*, *Lumbricus rubellus* y *Eisenia foetida* (Compagnoni y Putzolu, 1995).

4.8.1 Taxonomía

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de *Eisenia foetida*.

Reino	Animal
Tipo	Anélido
Clase	Oligoqueto
Orden	Opisthoro
Familia	Lombricidae
Género	Eisenia
Especie	Foetida
Nombre común	Lombriz roja californiana

Fuente: Acevedo (1998); Ferruzzi (2001).

Schuldt (2004), menciona que este anélido puede vivir más de 4.5 años a campo libre, llegando a medir de 3 a 7 cm de longitud con un peso corporal entre 0.08 a 1.4 g, carecen de ojos pero las células de su piel poseen receptores que les permiten percibir la luz y la presencia de diferentes sustancias químicas, funcionando esta percepción también a modo de olfato orientándolas en la de humedad y alimento.

4.8.2 Morfología

La morfología esta descrita de acuerdo a Ferruzzi (2001); Bollo (1999); Schuldt (2006) y Mendoza (2008).

Forma: El cuerpo de las lombrices tiene una forma cilíndrica, pero también pueden existir secciones cuadrangulares, la sección posterior puede ser achatada, la superficie dorsal surcada a lo largo.

Color: *Eisenia foetida* tiene un color rojizo intenso, razón por la cual se le conoce con el nombre de Roja Californiana, el color no siempre lo determina el pigmento en la piel de la lombriz, sino a veces la sangre o el contenido del intestino.

Segmentos: Llamados también metámeros, son los anillos que conforman el cuerpo de la lombriz, con un de total de 95.

Boca: En el anillo 1, sin dientes ni mandíbulas (succiona), lóbulo carnoso o prostomio (espolón).

Cutícula: Pared exterior que recubre la epidermis posee glándulas en todos los anillos que secretan mucus, lo que permite su humedad y flexibilidad.

Surcos intersegmentarios: Son surcos con forma de anillos, los cuales se encuentran entre segmentos sucesivos y se pueden reconocer en la pared del cuerpo de la lombriz por el menor espesor del epitelio e intervención de la musculatura circular.

Quetas o cerdas: Son estructuras primordialmente locomotoras formadas en invaginaciones de la piel. Es uno de los principales caracteres taxonómicos externos. Están presentes dos ventrales y dos laterales. Se encuentra ausente en la última porción del cuerpo, la cual no se enumera como segmentos, el Pigidio.

Nefridioporo: Abertura excretora con ubicación lateroventral a cada lado de los anillos.

Poros de células sensitivas: Ubicadas en todos los anillos.

Clitelo: Órgano que cumple funciones reproductivas encargado de secretar la sustancia que forma los capullos, cocones o cápsula donde se alojan los huevos. Puede tener una forma anular, es decir que envuelve completamente los segmentos en los cuales se encuentran o tienen la forma de una silla de montar cuando no envuelve la parte ventral de los segmentos.

Año: Abertura oval y vertical ubicada al final del cuerpo.

4.8.3 Sistema circulatorio

Es cerrado, o sea que la sangre circula por vasos sanguíneos. Los troncos principales del sistema consisten en un vaso que transcurre dorsalmente en la pared del tubo digestivo (sus contracciones conducen la sangre del extremo posterior al anterior) y otro ubicado ventralmente, entre el tubo digestivo y la cadena ganglionar (conduce sangre hacia el extremo caudal. En los lumbrícidos el vaso dorsal y el ventral se hallan unidos lateralmente, y en la región anterior del cuerpo suelen engrosarse conformando los denominados “corazones”).

4.8.4 Sistema digestivo

El proceso de digestión en la lombriz se inicia en la cavidad bucal, la cual carece de mandíbulas, por tal razón requiere que los sustratos para su consumo se encuentre en estado de descomposición de modo que posibilite la succión por la acción muscular de la faringe, donde los alimentos son humedecidos por secreciones salivales que se producen en la boca y en el esófago, posteriormente es ingresado al tubo digestivo (Bollo, 2001).

Una vez que el alimento llega al buche pasa por la molleja, donde es triturado mediante la acción muscular. Por último, el resultado de los procesos anteriores llega al intestino, donde una masa de microorganismos degrada la materia orgánica por acción enzimática, lo que da como resultado la excreción (Bollo, 2001).

4.8.5 Respiración

La función respiratoria se cumple a través de la epidermis. La importancia de la humectación de la misma, cuando la humedad del medio es insuficiente, ya sea por secreción de mucus o efusión de líquido celómico, es necesaria dado que la quitina de la cutícula, cuando se halla seca, no permite la difusión de los gases. Las concentraciones elevadas de anhídrido carbónico (CO₂) no parecen limitar su actividad, sin en cambio el tenor de oxígeno. En este contexto es importante situar al agua como factor limitante en su justa dimensión, ya que existe la creencia de que las lombrices y *Eisenia foetida* en particular mueren tras pocos minutos de encharcamiento, cuando en experiencias a 20 °C, vive varios días totalmente sumergida en agua, lo que no resulta sorprendente habida cuenta que conserva el aparato excretor de los antepasados acuáticos (Schuldt, 2006).

4.8.6 Reproducción

Eisenia es una especie hermafrodita, cada lombriz posee gónodas de ambos sexos desarrolladas dentro de una estructura mucosa llamada clitelio, donde primero se desarrollan las gónodas masculinas conformadas por uno o cuatro pares de testículos y posteriormente las femeninas quienes poseen un par de ovarios, pero no pueden fecundarse por sí solas y requieren del contacto entre dos lombrices a nivel del clitelio para que ocurra el intercambio de gametos, por lo que se les considera hermafroditas incompletas (ferruzzi, 2001).

La copula de dos lombrices genera de 2 a 9 cocones, de cada cocón nacen de 2 a 4 lombrices. La frecuencia del apareamiento es de 2 a 3 veces por semana (Schuldt, 2004). Los juveniles eclosionan después de una incubación promedio de 23 días a 25 °C y entre los 30 a 50 días alcanzan su madurez sexual (Shuldt, 2001).

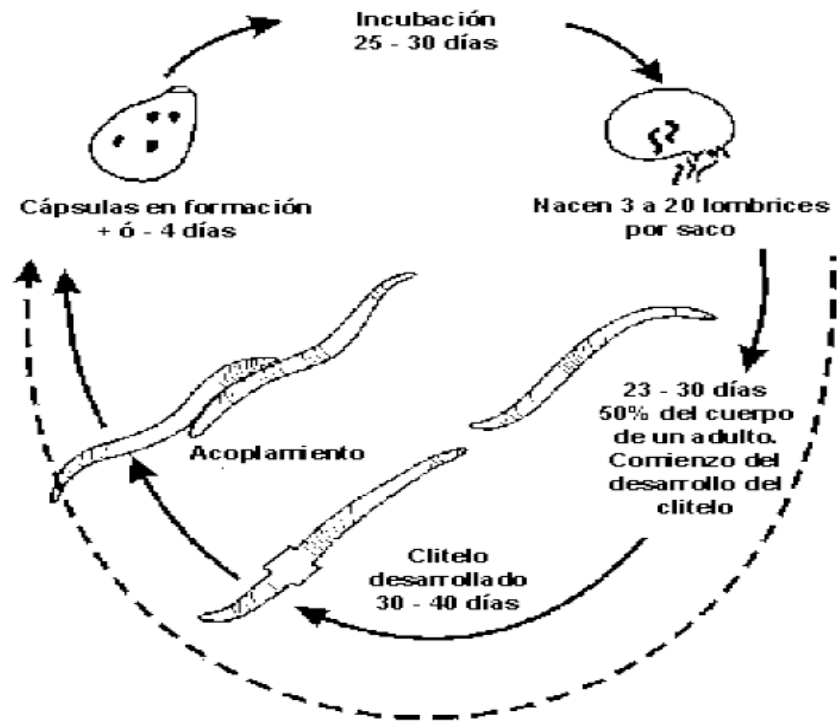


Figura 1. Ciclo reproductivo de *Eisenia foetida* (Mendoza, 2008).

4.8.7 Factores que afectan su reproducción

Una condición óptima proporciona una reproducción firme, entre los factores más comunes que afectan el desarrollo se encuentra la densidad poblacional, calidad del alimento, temperatura, pH y la humedad del sustrato (Schuldt, 2004).

La calidad del alimento influye en gran medida en la reproducción de las lombrices, ya que si se suministra alimentos maduros (más tiempo en descomposición) y de buena calidad favorece la reproducción y fecundidad de los cocones (Bollo, 2001).

4.8.8 Requerimiento de hábitat

a) Temperatura

Las lombrices tienen su nivel óptimo de desarrollo entre 20-25 °C, nivel adecuado entre 15 °C y 24 °C y peligro de muerte menor que 5 °C y mayor que 37 °C (Bollo, 2001; Schuldt, 2006).

Sabiendo que la temperatura ideal para la lombriz varía entre 19-20 °C el descenso de la temperatura de los lechos por debajo de los 14 °C es necesario aumentar los aportes de sustancia con sacos de yute, si la temperatura del medio baja a 7 °C, a un nivel donde las lombrices dejan de comer, no se aparean e inician su letargo (Ferruzzi, 2001).

b) Humedad

La humedad es un factor de mucha importancia en el desarrollo vital de las lombrices; si es baja afecta la respiración de las lombrices ya que ésta la hacen por la piel, si es muy alta evita la entrada del oxígeno (Schuldt, 2006).

Para que el proceso de descomposición del alimento para las lombrices ocurra convenientemente, la masa debe mantenerse con una humedad de 70 – 75% (Braulio, 2004).

El nivel óptimo es de 75 %, nivel adecuado entre 70 y 80 % y nivel inadecuado inferior a 70 % y superior a 90 % (Bollo, 2001).

c) pH

El pH es un factor que depende de la humedad y temperatura, si estos dos últimos factores son manejados adecuadamente, podremos controlar el pH siempre y cuando el sustrato contenga pH alcalino (Sánchez 2003).

La lombriz acepta sustratos con pH de 5 a 8,4 disminuido o pasados en esta escala la lombriz entra en una etapa de dormición (Sánchez 2003).

El nivel óptimo de conductividad eléctrica es 2.5 mmhos/cm, nivel adecuado 3.0 mmhos/cm y peligro de muerte superior a 8.0 mmhos/cm. Una alta salinidad del sustrato puede causarle la muerte de las lombrices (Bollo, 2001; Schuldt *et al.*, 2007).

d) Alimentación

Según estudios realizados los mejores estiércoles para la alimentación de la lombriz son los bovino y ovino de las cuales se obtiene un humus de mejor calidad (Durán y Henríquez,

2009). Se recomienda someter los desechos a un compostaje previo, antes de colocarlos en el lombricario; pero cuando no existe necesidad de eliminar organismos nocivos, y el material orgánico no es de una estructura muy gruesa, los desechos se pueden colocar también en forma fresca a las lombriceras (Benzing, 2001; López, 2003).

Las lombrices absorben y digieren el alimento gradualmente de abajo hacia arriba y van dejando como residuo de este proceso digestivo el humus (Braulio, 2004).

4.8.9 Enemigos de la lombriz

La lista de supuestos predadores, parásitos y competidores comprende diversos invertebrados (protozoarios, gusanos planos, nematodos, ciempiés, insectos, etc.) y vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) que inciden en el potencial reproductor de la lombriz (Schuldt, 2006). Siendo la medida de control más eficaz el cubrimiento del techo o lecho con ramas o mallas antigranizo, además con esta medida se evita la evaporación y se mantiene la humedad (Sánchez, 2003).

4.9 Origen del brócoli

El brócoli, es una crucífera nativa de Asia Occidental y de las costas del Mediterráneo oriental (Península de Anatolia, Líbano, Siria.), la cual se desarrolló a partir de un repollo salvaje que mediante procesos de mejoramiento genético realizado desde 1920 en Estados Unidos, se transformó en el que hoy se conoce (Puenayan, 2009).

Esta hortaliza al igual que la col y la coliflor, tienen un ancestro común en el repollo original, que fue planta silvestre que llegó al Mediterráneo; o de Asia Menor a las peñas calcáreas de Inglaterra y a las costas de Dinamarca, Francia y España. Su origen es muy antiguo existiendo referencia histórica sobre su cultivo antes de la era cristiana (Valdez, 2012).

En los años setentas el cultivo de brócoli tomó auge en México, debido a la rentabilidad y por los nuevos hábitos de consumo sano (SFA, 2011).

4.9.1 Taxonomía

Cuadro 2. Clasificación taxonómica del brócoli según Gill (1965)

Reino	Plantae
División	Magnoleophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Caprales
Familia	Brassicaceae
Género	<i>Brassica</i>
Especie	<i>Oleracea</i>
Nombre vulgar	Brócoli

4.9.2 Morfología

El brócoli es una planta erecta, herbácea, alógama y anual por lo que no necesita un periodo de vernalización o de baja temperatura para emitir el vástago floral. Haro y Maldonado (2009), señalan que el brócoli presenta un sistema radicular pivotante (axonomorfa), leñoso y poco profundizador, alcanzando hasta 80 cm de profundidad en el perfil del suelo. Las raíces secundarias, terciarias y raicillas se concentran mayoritariamente en los primeros 40 a 60 cm de profundidad. Desarrolla un tallo principal relativamente grueso, de diámetro entre 2 a 6 cm. Y de largo de 20 a 50 cm de longitud, constituyéndose en un tallo acaule.

Según Rueda (2001), acaule es un tallo muy corto con nudos y entrenudos casi juntos, formando una roseta de hojas de tamaño grande, pudiendo alcanzar hasta más de 50 cm. de longitud y 30 cm. de ancho. Presentan un pecíolo más desarrollado que la coliflor y repollo, alcanzado hasta un tercio de la longitud total de la hoja, estando el resto constituido por una lámina que generalmente es lobulada. La superficie de la hoja presenta una cutícula cerosa bastante desarrollada e impermeable (Coello, 2005).

Las flores son perfectas y actinomorfas, los pétalos libres, en número de cuatro, son de color amarillo y están dispuestos en forma de cruz, característica que tipifica a las crucíferas. Debido a problemas de auto incompatibilidad, la polinización es principalmente cruzada y se realiza con la ayuda de insectos como las abejas y moscas (Medina *et al.*, 2006).

Las semillas contenidas en el interior del fruto son liberadas al medio al momento de su madurez, son pequeñas, redondas con un diámetro que se encuentra cerca de 2mm y de color pardo oscuro a rojizo (Luna, 2009).

4.9.3 Requerimientos de clima y suelo

a) Temperatura

El brócoli se desarrolla de manera adecuada en lugares templados y fríos, considerándose la temperatura óptima para su crecimiento en un rango de 15 °C y 18°C, la misma que influye en la calidad de la inflorescencia (Puenayan *et al.*, 2009). La temperatura mínima de crecimiento es de 5°C, logrando tolerar heladas suaves pero al estar presente la inflorescencia se produce congelación y pardeamiento de las flores. (Martínez, 2008).

b) Suelo

De acuerdo con Porras (2006) y Rucal (2008), la mayoría de las crucíferas prefieren suelos con tendencia a la acidez y no a la alcalinidad, estando el óptimo de pH entre 6.5 y 7.0 requiere suelos de textura media. Soporta mal salinidad del suelo y del agua, en el caso de variedades tempranas pueden emplearse suelos ligeros y son más adecuados los fuetes para las variedades tardías.

c) Fertilización

Lasso (2013), menciona que el brócoli (*Brassica* sp), requiere cantidades importantes de N, P y K, ya que son importantes en la producción, siendo estos elementos nutricionales, determinantes en aspectos como el diámetro de la pella, peso de la pella y principalmente el rendimiento del mismo. Vidal (2006), sugiere una fertilización potásica recomendada para este cultivo es de 100 kg K ha, sin embargo también depende de las condiciones en las que se encuentren las áreas de cultivo.

d) Plagas y enfermedades

El cultivo del brócoli, así como el resto de las crucíferas, puede ser atacado por algunas plagas tanto como en sus órganos subterráneos. Entre las primeras pueden destacarse: orugas, pulgones y como plagas del suelo la más característica es la mosca, siendo el resto las de

carácter polífago, esto es, las que son habituales en diversas especies hortícolas (Maroto *et al.*, 2007).

4.9.4 Plagas

Pulgón (*Brevicoryne brassicae*): Es considerado una plaga en el repollo que se encuentra distribuido ampliamente por América latina (Rossaet *et al.*, 2005), causa daños directos por su actividad alimentaria produciendo deformaciones y perjuicios directos en el crecimiento y disminución de rendimiento (Ricci *et al.*, 2005).

Gusano Minador (*Plutella xylostella*): Es una plaga que afecta a los cultivos de crucíferas, afecta el rendimiento y calidad debido a los daños directos e indirectos que provocan alimentarse del follaje y a la contaminación del producto comercial con la presencia de larvas, pupas y excrementos (Cortez *et al.*, 2007; Calyecac *et al.*, 2002).

Falsa Potra (*Centorrynchus*): Es una especie de escarabajo que realiza la puesta en el cuello de las plantas evolucionando allí mismo la larva y causando una especie de verrugas o hipertrofias en el tejido vegetal, quedando plantas débiles (Maroto *et al.*, 2007).

4.9.5 Enfermedades

Las enfermedades más importantes de los cultivos de Brócoli pueden ser causadas por parásitos criptogámicos u hongos, entre las que se destacan es mildiu, alternarias, y hongos de cuello (Maroto *et al.*, 2007), pero además atacan, a veces a este cultivo bacterias parásitas entre las que sobre salen las del género *Xantomonas*, causando pudrición del tallo, pero principalmente manchas foliares amarillas que después de cierto tiempo se tornan necróticas y en forma de “V” en las orillas de la hojas (Anaya y Romero, 2007).

Damping-off: Causado por un complejo fungoso que puede estar integrado por: *Pythium*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*, se presenta gran destrucción de tejidos, produciendo un amarillamiento de las hojas, doblamiento del tallo, una vez que se marchitan colapsan en un periodo de tiempo muy corto (ICA, 2012).

Mildiú vellosa: El agente causal de esta enfermedad es *peronospora* Corda, se presenta con pequeños puntos amarillos de forma irregular en el haz de las hojas, en el envés aparecen

las estructuras del hongo, de color gris azulado, uniéndose las manchas tomando un color pardo (ICA, 2012).

Alternaria: La enfermedad se presenta generalmente formando lesiones foliares con anillos concéntricos de color porpura, el patógeno ingresa al tejido a través de estomas, heridas o directamente por las células epidermales (Agrios, 2004).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Unidad Académica de Ingeniería Agrohidráulica, del programa de Ingeniería Agroforestal de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. La cual se ubica en el municipio de Tetela de Ocampo Puebla entre los paralelos 19° 42' y 19° 56' de latitud norte; los meridianos 97° 39' y 97° 55' de longitud oeste; altitud entre 1 200 y 3 200 msnm. El Municipio cuenta con un clima templado subhúmedo, la temperatura del mes más frío se encuentra entre 12 y 20 °C; una precipitación media anual de 600-1600 mm (INEGI, 2009).

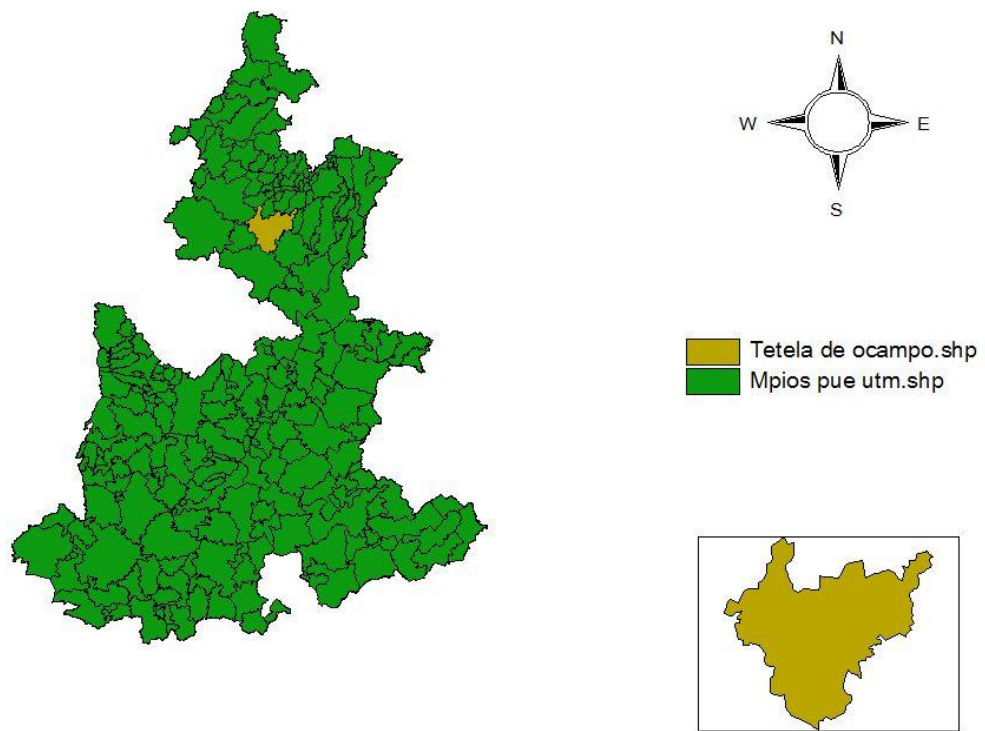


Figura 2. Localización geográfica del de Tetela de Ocampo.

5.1 Elaboración de abono orgánico

Para este experimento se estableció un módulo para la elaboración del abono orgánico a partir de los desechos de la producción de hongo seta a través de lombricompostaje de acuerdo a Calderón (2003), por lo que se efectuó un pre-compostaje de 15 días como lo sugiere López (2003), una vez realizado se seleccionaron 200 lombrices adultas (preferente que el clitelio de

los anélido este perfectamente formado) de acuerdo con Gutiérrez *et al.* (2007) seguido de la selección se esparcieron en los residuos. Durante el avance del vermicompostaje se realizó monitoreo constante de la humedad y el volteo de los materiales evitando que se apelmace el compost.

Al finalizar el proceso de transformación de los residuos se realizó un conteo total de la población por medio de cuadrantes de 20cm² depositados en charolas de plástico, efectuando medidas de grosor, longitud utilizando una regla de 30 cm y vernier de 12 cm, y de esta manera determinar el porcentaje de adultos, jóvenes (en desarrollo), pequeñas y el conteo de los cocones producidos por las mimas registrando los datos en un libro de Excel.

5.2 Análisis físico químico del lombricomposta obtenida de residuos de la producción de hongo seta

El análisis químico se realizó según la metodología propuesta por American Society of Agronomy (1982). En laboratorios de química de suelos DICA-ICUAP. Se evaluaron los parámetros físico-químicos: pH en una relación 1:2 por potenciometría, utilizando un potenciómetro marca ORION STAR A211, para realizar la prueba se tomaron muestras del compost, seguido se expuso a la radiación solar para el secado durante 12 horas, posteriormente se utilizó un mortero y tamizador W.S.TYILER a 2 mm seguido se pesó 10 g de humus con una báscula analítica marca OHAUS (.0001) y se preparó una mezcla de la muestra con agua destilada en un matraz de 125 mL, seguido se calibró el potenciómetro con soluciones Buffer con pH de 10.01, 7.00 y 4.01.

Conductividad eléctrica (CE) en una relación 1:2 por conductimetría Utilizando conductivity marca Conductronic Cl8, se preparó una mezcla de muestra y agua destilada moviendo con una varilla de vidrio hasta que estén perfectamente mezclados, posteriormente se filtró con papel filtro WHATMAN, seguido se trasladó el líquido a un vaso precipitado para determinar la conductividad eléctrica.

La materia orgánica se determinó por el método de Walkey y Black por oxidación con dicromato de potasio; el nitrógeno total (NT) por destilación por el método Kjeldahl, para ello se secó la muestra en una estufa de aire forzado marca Rioost-h-41 a una temperatura que oscila entre 55-60 °C por 48 horas, seguido las muestras ya secas se molieron en un mortero y

para cernir la muestra se utilizó un tamizador W.S. TYILER a 2 mm, se pesó 0.1g de muestra y se depositó en un matraz de digestión Kjeldahl de 100 mL con 1 g de selenio (catalizador) 3 mL de H₂SO₄, se procedió a la digestión hasta que la muestra presente un color definido (verde esmeralda) y se trasladó a un tubo de destilación con pequeñas porciones de agua destilada, en el extremo del condensador se colocó un matraz Erlenmeyer de 250 mL al cual se le adicionaron 10 mL de solución de ácido bórico al 4 % con mezcla de indicadores, cuidando que la parte final del condensador quedara sumergido dentro de la solución. Posteriormente se adicionaron 10 mL de hidróxido de sodio (NaOH) 10 N y se destiló durante 7 minutos. Transcurridos el tiempo, se retiró el matraz Erlenmeyer que se colocó en el extremo del condensador y se tituló con una solución valorada de ácido sulfúrico al 0.0508 N, tomando la lectura del gasto final.

Fósforo por extracción por el método ISFEIP (International SoilFertilityEvaluation and Improve). Además se determinó los contenidos de bases (potasio, calcio, magnesio) y otros nutrientes (hierro, cobre, manganeso y zinc) por el método de digestión con ácido nítrico-perclórico por absorción atómica.

5.3 Germinación de semillas de brócoli (*Brassica oleraceavar. patriot*)

Una vez elaborado el humus se utilizó semilla de brócoli var. Patriot germinadas en una charola de 100 cavidades, utilizando como sustrato una mezcla de lombricomposta y peat mosst (porciones del 50% para cada una), posteriormente se efectuó monitoreo contante de la humedad a partir de la emergencia de la plántula hasta que presente una altura de 15 cm y 2 hoja verdaderas de acuerdo a (Maroto, 2007).

5.3.1 Trabajo en invernadero

Para el experimento se esparció cloro por el interior y se dejó el invernadero totalmente cerrado durante 10 días para eliminar plantas no deseadas y posibles enfermedades presentes, posteriormente se prepararon dos camas removiendo el suelo con medidas de 5 metros de largo y 80 centímetros de ancho dejando un pasillo entre camas de 50 cm de ancho para el fácil acceso. Durante el levantamiento de las camas se agregó 20 kg de humus de lombriz a cada una previo al transplante, una vez establecidas las plántulas se realizó riegos diariamente

aplicados en la mañana y por la tarde, en época de mayor concentración de calor se efectuaron de tres a cuatro irrigaciones, seguido de labores culturales durante el desarrollo de las plantas.

5.3.2 Diseño experimental

Las plántulas fueron distribuidas por bloques con 2 tratamientos y 25 repeticiones cada una. Con un distanciamiento de 40 cm entre plantas y 30 cm entre hileras quedando así un total de 25 plantas en cada cama. Los datos obtenidos son la altura de la planta y el grosor de tallo por lo que se utilizó un flexómetro de 3 metros y un vernier de 12.5 cm para medir la altura y grosor de las plantas semanalmente, registrando los datos en una tabla de Excel. Al término se realizó la prueba de t de Student a través del programa IBM SPSS Statistics versión 22.0.0 para Windows.

5.4 Análisis químico proximal a racimos de brócoli

Los análisis proximales se llevaron a cabo en las instalaciones de la Unidad Académica de Ingeniería Agrohidráulica, del programa de Ingeniería Agronómica y Zootecnia de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, la cual se ubica en el municipio de Tlatlauquitepec Puebla, cuyos límites geográficos son: Entre los paralelos 19° 38' y 20° 03' de latitud norte; los meridianos 97° 23' y 97° 37' de longitud oeste; altitud entre 300 y 2 900 m. Sus colindancias son al norte con los municipios de Zacapoaxtla, Cuetzalan del Progreso y Ayotoxco de Guerrero; al este con los municipios de Ayotoxco de Guerrero, Hueyapan, Yaonáhuac, Teteles de Avila Castillo y Atempan; al sur con los municipios de Atempan, Chignautla, Cuyoaco, Zautla y Zaragoza; al oeste con los municipios de Cuyoaco, Zautla, Zaragoza y Zacapoaxtla (INEGI, 2009).

a) Determinación de materia seca (MS)

Se colectaron racimos de brócoli del huerto experimental. Después, las muestras recolectadas se pesó 1 kg en una balanza analítica marca OHAUS, modelo PSA06R-120. Las muestras se depositaron en una bolsa de papel para ponerla a secar en una estufa de aire forzado, marca RIOSSA H-41 durante 72 horas a una temperatura de 55°C, y se volteaba la bolsa cada 24 horas para obtener un secado homogéneo. Para obtener el porcentaje de MS se hicieron los cálculos con la siguiente fórmula (Seibel, 1989 y ARC, 1980):

$$\%MS = \frac{(PF)}{(PI)} \times 100$$

Donde:

MS= Materia seca

PF= Peso final de la muestra

PI= Peso inicial de la muestra

b) Determinación de proteína cruda (PC)

Las muestras secas se molieron en un molino Pulvex mini 100, posterior con una báscula digital marca OHAUS modelo PSA06R-120 se pesaron 0.10000 g de muestra y se depositó en un matraz de digestión Kjeldahl de 100 mL con 1.0000 g de selenio (catalizador) más 3 mL de ácido sulfúrico (H₂SO₄), y se colocaron los matraces en el digestor Kjeldahl, se encendió la parrilla al número 4 durante 5 minutos, una vez agotado el tiempo se giró la perilla al máximo, también se utilizó una campana extractora de gases para evitar alguna intoxicación, este proceso duro aproximadamente 45 minutos y durante este paso se movieron las muestras de manera que estas quedaran perfectamente mezcladas hasta adoptar una coloración verde esmeralda y se trasladó a un tubo de destilación con pequeñas porciones de agua destilada, en el extremo del condensador se colocará un matraz Erlenmeyer de 250 mL al cual se le adicionaron 10 mL de solución de ácido bórico al 4 % con mezcla de indicadores, cuidando que la parte final del condensador quede sumergido dentro de la solución. Posteriormente, se adicionaron 10 mL de hidróxido de sodio (NaOH) 10 N y se destilará durante 7 minutos. Transcurridos los 7 minutos, se retiró el matraz Erlenmeyer que se colocó en el extremo del condensador y se tituló con una solución valorada de ácido sulfúrico al 0.0508 N, tomando la lectura del gasto inicial con la utilización de una bureta de 100 ml, posteriormente se tomó la medida del gasto final, observando que la muestra del matraz cambiara de color (verde-gris-rojo).

La fórmula utilizada para la determinación de % de PC, fue la siguiente (AOAC, 1990). El porcentaje nitrógeno resultante de la operación se multiplicará por el factor 6.25 y el resultado obtenido será la proteína calculada.

$$\% \text{ PC} = \frac{(\mathbf{O} - \mathbf{B})(\mathbf{N})(1.4)(6.25)}{\mathbf{PM}}$$

Dónde:

%PC= Proteína cruda

N= Nitrógeno (0.05)

O-B= Gasto de la titulación inicial y Gasto de la titulación final

PM= Peso de la muestra (0.1000)

c) Determinación de componentes estructurales por el método de Van Soest

Determinación de fibra detergente neutra (FDN): La técnica para la determinación de la fibra detergente neutro es usada para la determinación de los constituyentes de la pared celular, permitiendo que este método rápido separe la fracción fibrosa de la fracción soluble. Se fundamenta en la acción de un detergente sobre la muestra que al final deja todos los componentes de la pared celular: hemicelulosa, celulosa y lignina (Van Soest, 1963).

Reactivos

1. Solución detergente neutro
 - a) 1 L de agua destilada
 - b) 30 g de lauril sulfato de sodio, U.S.P.
 - c) 18.61 g de EDTA, G. R.
 - d) 4.56 g de fosfato ácido disódico anhidro, G. R.
 - e) 6.81 g de tetraborato de sodio dehidratado, G. R.
 - f) 10 ml de etilen glicol monoetil éter purificado
2. Acetona libre de coloraciones y que no deje residuos después de su evaporación
3. Decahidronaftaleno, G. R.
4. Sulfato de sodio anhidro, G. R. (sólo en muestras que contengan coloraciones como excretas).

Procedimiento

La determinación de la Fibra Neutra Detergente (FDN), se realizó por el método Van Soest (2002), este procedimiento comienza pesando 0.3500g de muestra seca en la balanza analítica, y después se pesó el papel filtro, la muestra se depositó en el digestor junto con 35 ml de la solución detergente neutro. Cuando la mezcla comenzó a hervir en el digestor a 90°C se redujo la temperatura, esto para evitar la formación de espuma, a partir de ese punto se dejó transcurrir 1 hora con 10 minutos. Una vez agotado el tiempo se colocó el papel filtro en un embudo de filtrado, evitando cualquier espacio por donde se pudiera perder muestra. Se agitó el tubo para suspender los sólidos y se vertió. Se encendió la bomba vacío después de agregar la solución. Se agregó agua caliente (90 a 100°C) al embudo y se filtró el líquido; este proceso de lavado se repitió varias veces, al igual se lavó con acetona del mismo modo. Una vez listo el proceso anterior se extrajo el papel filtro con la muestra del embudo y se colocó en una charola dentro de la estufa a 100°C durante una hora. Al pasar este lapso, se sacó la muestra y se pesó en la balanza analítica determinando así los rendimientos de la fibra detergente neutro recuperada expresada como porcentaje de constituyentes de la pared celular (CPC). Para determinar el porcentaje de constituyentes de la pared celular por el método de Van Soest se utilizó la siguiente fórmula:

$$FDN = \frac{(P \text{ Crisol} + M) - P \text{ Crisol}}{P \text{ Muestra}} \times 100$$

Dónde:

FDN= Fibra detergente neutra

P Crisol = Peso del crisol o el papel filtro

M = Muestra

PMuestra = Peso de la muestra (0.3500)

d) Determinación de fibra detergente ácido (FDA)

El procedimiento de fibra detergente ácido (FDA) es el paso previo para la determinación de lignina y celulosa, presentes en las plantas o alimentos. Además, contiene una pequeña cantidad de proteína que queda unida a la fibra y a los minerales solubles como el sílice. La técnica se basa en la dilución con un detergente en un medio ácido de las proteínas, grasas, pigmentos y otros compuestos que no sean ligno-celulósicos (García, 2004).

Reactivos

1. Decahidronaftaleno, G. R.
2. Acetona. Usar de una pureza que sea libre de colorantes y que no deje residuos después de su evaporación.
3. 1 L de solución detergente ácido:
 - a) Ácido sulfúrico grado reactivo estandarizado a 1 N: 49.04 ó 27.17 ml de ácido sulfúrico concentrado.
 - b) Bromuro de cetiltrimetil amonio (CTAB) grado técnico 20.00 g.
 - c) Se pesa el ácido sulfúrico y se lleva a volumen deseado con agua destilada a 20°C. Comprobar la normalidad titulando la solución antes de añadir el detergente. Una vez hecho esto se añade el CTAB y se agita la solución.

Procedimiento

La determinación de la Fibra Neutra Detergente (FDN), se realizará por el método Van Soest (2002), este procedimiento comienza pesando 0.3500 g de muestra seca en la balanza analítica, después se pesó el papel filtro, la muestra se depositó en el digestor junto con 35 mL de la solución detergente acida. Cuando la mezcla comenzó a hervir en el digestor a 90 °C se redujo la temperatura, esto para evitar la formación de espuma, y se contó 1 hora con 10 minutos a partir de ese momento. Una vez transcurrido el tiempo se colocó el papel filtro en un embudo de filtrado. Se agitó el tubo para suspender los sólidos y se vertió, posteriormente se encendió el vacío después de agregar la solución. Se agregó agua caliente (90 a 100 °C) al embudo y se filtró el líquido; este proceso de lavado se realizó varias veces, al igual se lavó con acetona del mismo modo. Una vez listo el proceso anterior se sacó el papel filtro con la muestra del embudo y se colocó en una charola dentro de la estufa de aire forzado, marca RIOSSA H-41 a 100 °C durante 1 hora. Al pasar este lapso, se sacó la muestra para pesar en la balanza analítica determinando así los rendimientos de la fibra detergente acida recuperada expresada como porcentaje de constituyentes de la pared celular (CPC). Para determinar el porcentaje de constituyentes de la pared celular por el método de Van Soest se utilizó la siguiente fórmula:

Para calcular la fibra detergente ácido se usa la siguiente fórmula:

$$FDA = \frac{(P \text{ Crisol} + \text{muestra}) - P \text{ Crisol}}{P \text{ Muestra}} \times 100$$

Dónde:

FDA = Fibra detergente acida

P Crisol = Peso del crisol o el papel filtro

M = Muestra

P Muestra = Peso de la muestra (0.3500)

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Censo poblacional de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*)

Los datos obtenidos mediante el censo (ver anexos), muestran medidas de cada lombriz adulta que se desarrolló en los remanentes del sustrato de la producción de setas, tienen en promedio 5.4 cm de longitud y 4.5 mm de grosor. Los resultados del censo de lombriz con característica de porte medio, obtuvo un media de longitud de 4 centímetros y 3.4 mm de grosor. Finalmente el censo y medidas de los anélidos de porte pequeño (jóvenes) muestran un promedio de 2.05 cm de longitud y 1.86 mm para grosor del cuerpo de las lombrices.

Al finalizar el censo se encontraron en totalidad 315 lombrices de las cuales 111 son adultas, 122 de porte medio, 82 pequeñas y 255 capullos. En la figura 5 se muestra en % la población total para los anélidos de acuerdo a su madurez.

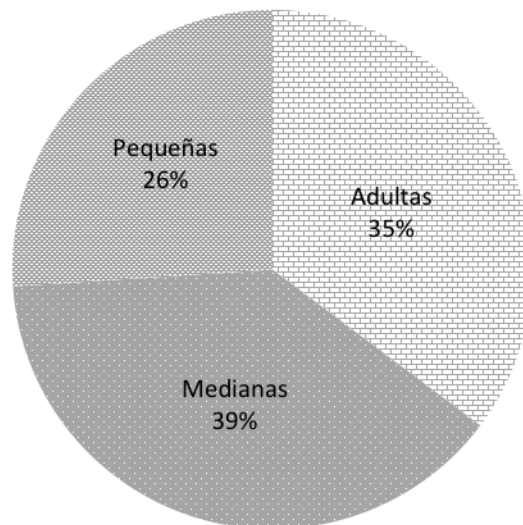


Figura 3. Porcentaje total de lombrices de acuerdo a su grado de madurez.

Según Schuldt (2004), los anélidos se alimentan de los materiales en descomposición así como los microorganismos desarrollados en la materia orgánica, lo que favorece su condición

corporal aumentando su capacidad reproductiva. En la figura 4 se puede observar que hay un mayor porcentaje total de la población de las lombrices en los remanentes del sustrato aprovechado por las setas, los anélidos en fase media a diferencia de las adultas y pequeñas, sin embargo el número total de cocones encontrados resulta beneficioso durante los tres meses del experimento ya que el alimento otorgado es aceptado por las lombrices.

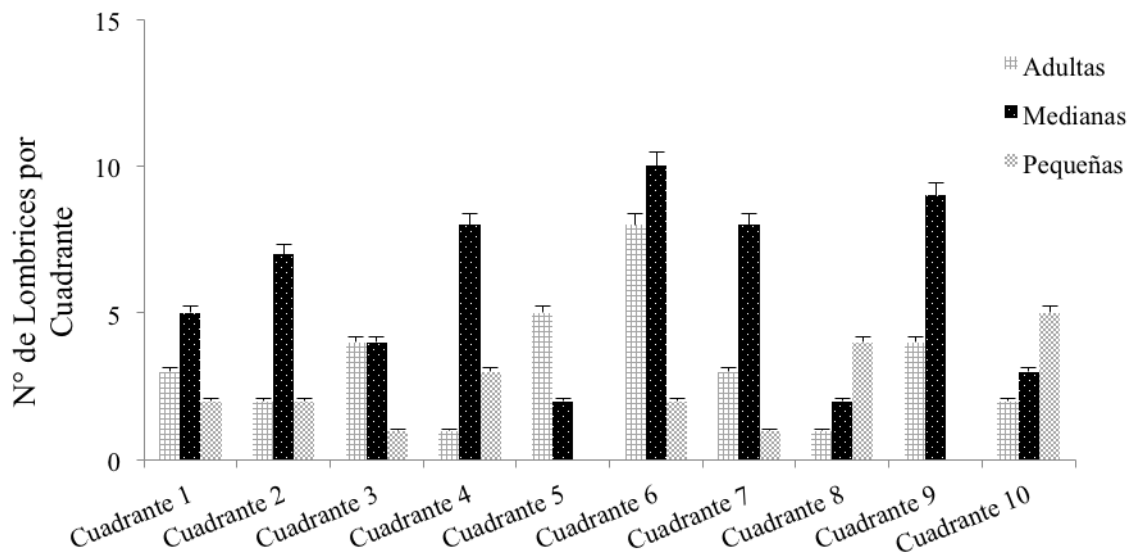


Figura 4. Lombrices encontradas por 10 cuadrantes.

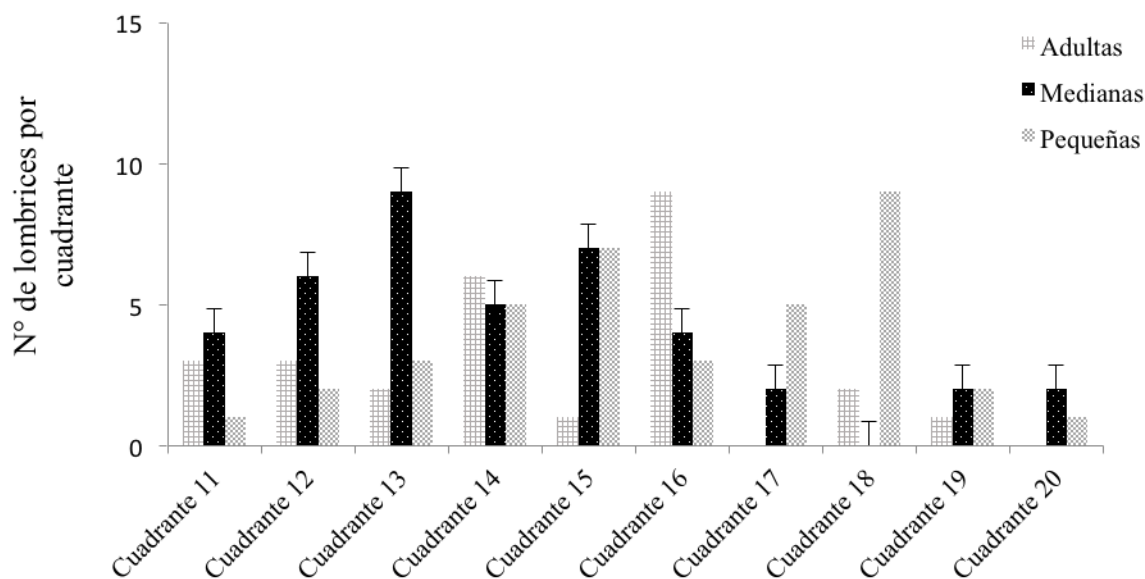


Figura 5. Lombrices encontradas a los 20 cuadrantes.

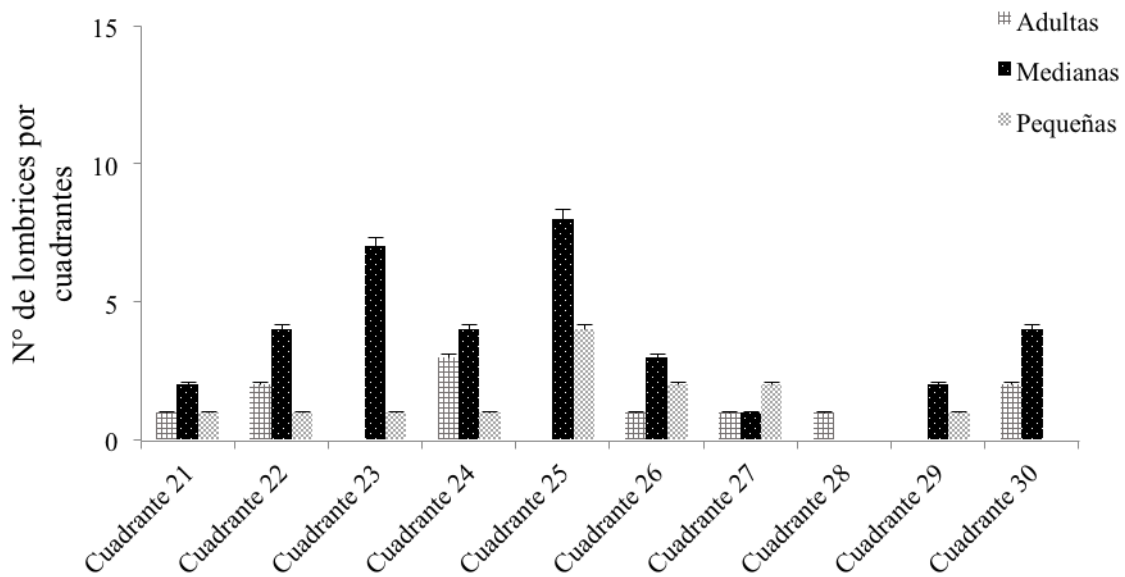


Figura 6. Lombrices encontradas a los 30 cuadrantes.

En las figuras anteriores se muestra el número de individuos encontrados en los primeros 30 cuadrantes, la mayor incidencia de anélidos se presenta entre los primeros 20 cuadrantes, siendo un mayor índice de población los de porte medio, mientras que las adultas y pequeñas se encuentran en un rango menor. A partir del cuadrante 21 se nota una disminución de individuos adultos y pequeñas, es importante mencionar que para el resto de los cuadrantes la presencia de lombrices es prácticamente nula, sin embargo se presentan entre los cuadrantes 11, 12, 19, 23, 29, 35, y 43 cocones siendo los últimos tres con mayor número, como se muestra en la figura 7.

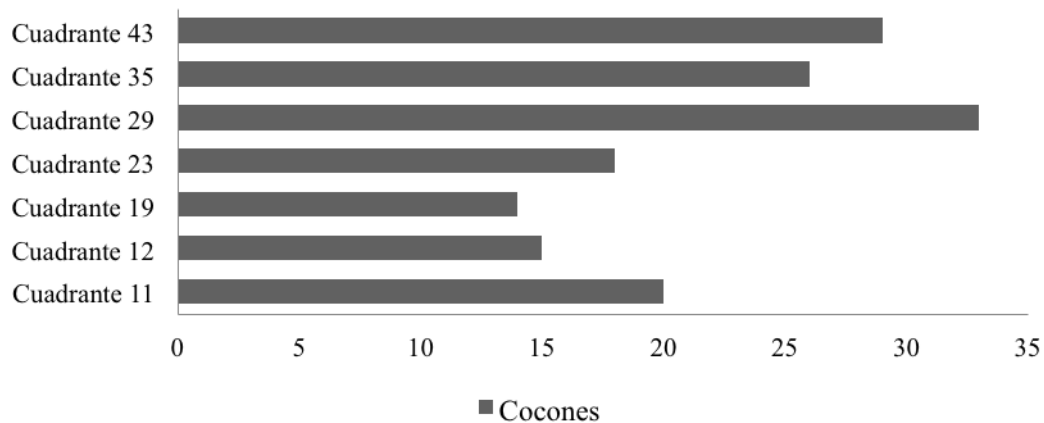


Figura 7. Cocones en cuadrantes.

La presencia de individuos en los cuadrantes da a conocer que existe reproducción y desarrollo de los anélidos y por lo tanto la degradación del material como fuente de alimento. La nula incidencia de las lombrices en el resto de los cuadrantes es debido a la poca movilidad de las mismas, esto está ligado a la cantidad de alimento que no ha sido aprovechado, como menciona Schuldt (2004), las lombrices cuando han degradado los materiales por completo buscan otra área donde alimentarse o amplían la exploración para reproducirse, lo que explica la presencia de cocones en cuadrantes con pocos individuos, ya que al haber mayor cantidad de alimento estos establecen un lugar para continuar con su desarrollo.

6.2 Análisis fisicoquímico de abono orgánico (Lombricomposta)

Del análisis que se realizó en el laboratorio muestran que los componentes del humus sólido hecho a partir de los residuos de la producción de hongo seta son mayores a diferencia de la otra formada con residuos de vegetales como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 3. Análisis fisicoquímico realizados en el humus de lombriz, elaborada de residuos agotados de la cosecha de hongo seta (*Pleurotus ostreatus*) y residuos orgánicos.

Parámetro	Muestra	
	Lombricomposta realizada con residuos de hongo seta	Lombricomposta realizada con vegetales
pH 1:2	7.4	7.2
Matéria Orgánica %	50.0	30.0
Nitrógeno Total %	0.84	0.56
Fósforo total %	0.18	0.20
Na total %	0.19	0.05
Mg total %	0.37	0.24
Ca total %	5.94	2.83
K total %	0.75	0.21
Conductividad eléctrica dS/m	4.01	1.19

De los datos obtenidos se muestra una concentración mayor en el humus elaborado con residuos de hongo seta lo que se expresa la diferencia con el humus realizada con vegetales

quedando como una fuente importante de materia orgánica ya que se puede fortalecer la composición física del suelo mejorando su textura.

El autor Polo (2011), menciona que para que se defina la calidad de un abono es necesario conocer las propiedades como es el pH, ya que este es el primer indicador sobre el estado nutricional del suelo y determina la cantidad de microorganismos presentes en el mismo, de acuerdo con este autor el pH oscila entre los 7.4 a 8.1 por lo que sus resultados son similares a la cantidad que presenta el humus sólido elaborado con residuos de hongo seta. Sin embargo el autor Morin (2012), reporta datos distintos a los obtenidos, a diferencia reporta niveles superiores en cuanto a la conductividad eléctrica y un nivel de salinidad superior. Sin embargo la disponibilidad de fósforo es mayor que la obtenida en este trabajo y la cantidad de materia orgánica reporta un 39.2057 % total.

6.3 Desarrollo vegetativo de Brócoli (*Bassica olearacea*)

Durante 11 semanas se llevó a cabo monitoreo constante de las plantas; asimismo cada semana se realizó mediciones de altura y grosor del tallo de las plantas de ambas camas a partir de la tercera semana. Vigilando la humedad de los sustratos, que se regaba del diario con la cantidad requerida propiciando así la humedad constante.

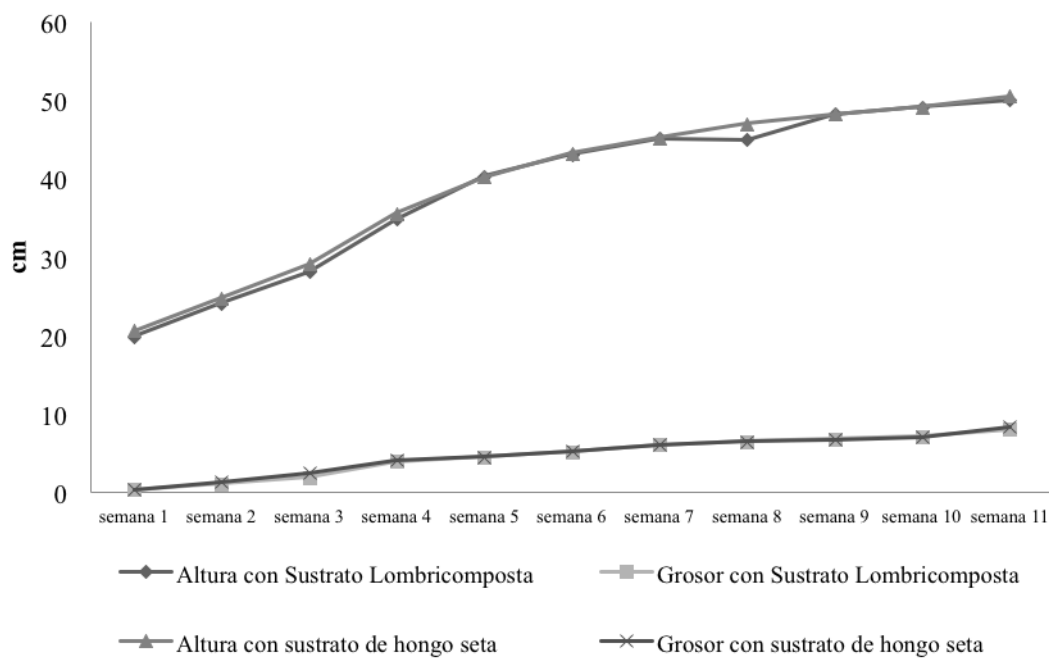


Figura 8. Desarrollo vegetativo de *brassica olearacea*.

El desarrollo vegetativo de los brócolis durante las primeras semanas, el sustrato que presentó mejores resultados fue la de lombricomposta realizada con desechos de vegetales en comparación con el otro, sin embargo durante la semana 4 el desarrollo de *brassica olearacea* de ambas camas presentaron un incremento considerable en altura y grosor de tallo, casi al doble que en las semanas anteriores, mientras que en la semana 5 el incremento de altura y diámetro del tallo decreció quedando así un balance entre el desarrollo de los brócolis de ambas camas, en cuanto a las semanas restantes el crecimiento en altura se redujo pero manteniéndose estable, sin embargo el diámetro del tallo aumento considerablemente, así como el desarrollo de la inflorescencia, posteriormente en la semana 11 los datos obtenidos para humus elaborado a partir del sustrato de hongo seta mostraron una altura promedio de 48.1576 cm , 77.1576 mm en diámetro del tallo y para el sustrato de lombricomposta de residuos vegetales 48.573 cm en altura y 81.3076 mm de grosor.

Los datos del diámetro y la altura de la pella del brócoli mostrados nos indican que el testigo “Sustrato Lombricomposta de residuos vegetales” produce un mayor diámetro y altura que el tratamiento con residuos de hongo seta como se muestra en la Figura 9, sin embargo no existe diferencias significativas al aplicar un análisis de t de student dos variables, posteriormente se determinó la significancia al ($p > 0.05$).

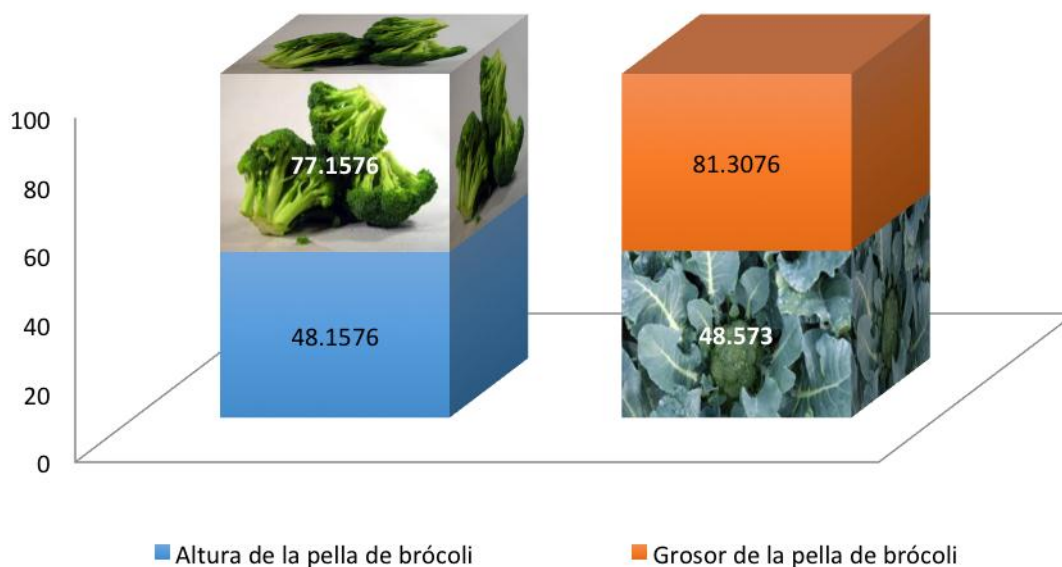


Figura 9. Diámetro y altura de la pella.

6.4 Análisis Bromatológico a racimos de Brócoli (*Brassica olearacea*)

Cuadro 4. Materia seca (MS) para racimos fertilizados con humus de lombriz elaborada partir de remanentes de sustrato de seta y desechos vegetales.

Muestra	Peso Fresco	Peso final	% MS
Humus de remanentes de setas	1000 g	96.1	9.61
Humus de lombriz de vegetales.	1000 g	95.3	9.53

Los resultados de materia seca de los racimos de brócoli (*brassica olearacea*) fertilizados con humus hechos a partir de los remanentes de la producción de hongo seta fueron similares al de los desechos de vegetales.

Cuadro 5. Proteína cruda en racimos de brócoli (*Brassica olearacea*).

Muestra	Repetición PC	% PC
Humus de remanentes de setas	24.5	24.71
	24.93	
Humus de lombriz de vegetales.	18.37	17.71
	17.6	

De los datos obtenidos de dichos análisis a racimos de brócoli (*brassica olearacea*) fertilizados con dos humus de lombriz elaborada a partir de los residuos de la producción de hongo seta y desechos de origen vegetal presenta proteína menor, en comparación con la muestra que fue fertilizada en base a humus de los residuos de la producción de hongo seta muestra de proteína mayor. En trabajos realizados por Martínez (2013), en el análisis de los contenidos nutricionales a diferentes partes del Brócoli reporta datos menores en cuanto a proteína con un 9 %. Por otra parte López (2007), menciona que el bajo contenido de

nutrientes es a causa por un mal manejo en cuanto a la fertilización, si existe un exceso de nitrógeno o bien por la deficiencia del mismo y por pos cosecha.

Cuadro 6. Fibra detergente neutra y fibra detergente ácida.

Muestra	% FDN	% FDA
Humus de remanentes de setas	27.59	18.91
Humus de lombriz de vegetales.	71.51	23.18

Los datos obtenidos de la concentración total de fibra digestible ácida para las muestras que fueron fertilizadas con el humus de lombriz elaborado a partir de los remanentes de la producción de setas fue menor en comparación con la muestra que fue fertilizada con el humus de lombriz de los desechos de vegetales, y para fibra digestible neutra es menor el % que fue igual fertilizada con el humus del sustrato aprovechado por las setas.

En otros estudios realizados por Mosquera (2013), realiza estudios a el árbol del pan (*Arthocarpus altilis* Z.) con 47% FDN y 28% FDA y Achín (*Colocasia esculenta* Linn.), 61.21% FDA y 42, presenta datos mayores a los obtenidos y aun así son utilizados como fuente de alimentación humana. Por lo que distintos vegetales son aptos para la alimentación tanto que sus contenidos de fibra puedan ser asimilados.

De acuerdo con Rayas (2008) la fibra ayuda a mantener una buena salud y protege de algunas enfermedades del corazón y principalmente para una buena digestión, menciona que nuestro cuerpo necesita fibra para su buen funcionamiento, por lo que debemos consumir de 30-35 gramos de fibra al día. Sin embargo, el uso excesivo de suplementos con fibra puede ocasionar serios problemas digestivos. La manera más sana de consumir fibra es de nuestros propios alimentos, siendo ellos los más eficientes para proporcionarnos los nutrientes adicionales.

VII. CONCLUSIÓN

El uso de los remanentes del sustrato utilizado para la producción de Hongo seta, es una opción viable para la reproducción de lombriz roja californiana ya que es aceptado por los anélidos, al igual el humus obtenido a través de la lombricultura puede ser utilizado como fuente de nutrientes para la producción del campo mexicano permitiendo que los productos del campo sean de mejor calidad, ya que con sus propiedades ayudan a mantener la fertilidad de los suelos a bajos costos donde se aprovecha al mismo tiempo los residuos de otras actividades agrícolas, permitiendo un desarrollo sustentable para las parcelas familiares.

VIII. LITERATURA CITADA

- Acosta Durán Carlos., Vázquez Benites Noelia., Villegas Torres Oscar V., Lilia Beatriz., Acosta Peñaloza Denisse. 2014. Vermicomposta como componente de sustrato en el cultivo de *Ageratumhoustonianum* Mill. Y *Petunia hybrida* E. Vilm. En contenedor. Venezuela. Rev. Bioagro. 26(2): 107-114.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis of AOAC International. 15th Edition, Association of Official Agricultural Chemistry. Washington, D. C. USA. 500 p.
- ARC. 1980. The Nutrient Requeriments of Ruminant Livestock. CAB. London. Apgar, Jean; Fitzgerald, J. A. (1985) Effect the ewe and lamb of low zinc intake throughout pregnancy. J. Anim. Sci. 60(6):1530-1538.
- Agrios G. 2004. Fitopatología. Academic Press. 1^{ra} edición LIMUSA. México. 838 p.
- Alcántar González G. 2007. Nutrición de cultivos. 1^{ra} Edición. Ed. Mundi prensa. México. pp 93-149.
- Álvarez Solís J. D., Gómez Velasco D. A., León Martínez N. S., Gutiérrez Miceli F. A. 2010. Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. Rev. Agrociencia. 44 (3): 575-586.
- American society of agronomy. 1982. Method of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties, LIM, CHIN HUAT - JACKSON, MARION. (Eds) American Society of Agronomy, Soil Science.Society of America, Madison.M. Second edition.
- Anaya Rosales S. 2007. Hortalizas plagas y enfermedades. 1^{ra} edición. México. 544 p.
- Atiyeh R. M., Edwards C. A., Subler S., Metzger J. D. 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. Rev Bioresource Technology 78:11-20.
- Benzing A. 2001. Agricultura Orgánica, Fundamentos para la Región Andina. Alemania 574 p.

- Bollo E. 1999. Lombricultura: una alternativa de reciclaje. Quito. ObocGrafic. 149 p.
- Bollo E. 2001. Lombricultura: una alternativa de reciclaje. Quito. ObocGrafic. 150 p.
- Braulio G. M. 2004. Proyecto de prefactibilidad para la exportación de humus de lombriz roja californiana a la república de Chile en el periodo 2004 – 2014. Consultado 8 Octubre de 2014. Disponible en: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/7235/1/24896_1.pdf.
- Calderón, F. E., F. Martínez y J.A. Ruiz. 2003. Manual para la producción y uso de humus de lombriz. (Eds) Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), México., Instituto de Suelos, Ministerio de la Agricultura, Cuba. 1^{ra}. Edición. pp. 11- 84.
- Calyecac Cortero H. G., Cibrián Tovar J., Barrios Díaz B. captura de machos de *Plutella xylostella* (L.) (lepidóptera: Plutellidae) en trampas cebadas con feroma sexual sintética. Rev. Agrociencia. 36 (1): 83-91.
- Caravedo Domínguez J. M. 2010. Fitosanidas e inocuidad en fresa y jitomate producidos con vermicompostas. Tesis maestría. IPN. Michoacan, México. pp 16-25.
- Chávez Gonzáles Ma. Del Carmen A. 2005. Recuperación de suelos contaminados con metales pesados utilizando plantas y microorganismos rizosféricos. México. Rev. Terra Latinoamericana. 23(1): 29-37.
- Chilon E. 1997. Fertilidad de suelos y nutrición de plantas. UMSA. La Paz Bolivia. 185 p.
- Coello Bonilla Geovanny F. 2005. Evaluación de cuatro productos orgánicos en el combate de plagas y enfermedades para la producción de brócoli (*Brassica oleracea* Vr. *Itálica*) en yaruqui. Sangolquí. Tesis (licenciatura) Ecuador. pp: 9-15.
- Compagononi E., Putzolu G. 1995. Cría moderna de las lombrices y utilización rentable del humus. Brcelona. De Vecchi. 127 p.
- Cortez Mondaca E y Macías Cervantes J. parasitismo natural de la palomilla dorso de diamante *Plutella xylostella* L. en Canola (*Brassica napus* L.), en el norte de Sinaloa, México. 41 (3): 347-354.

- Crespo G. 2011. Composrtamiento de la meteria orgánica del suelo en pastizales. Rev. Cubana de ciencia agrícola. 45(4): 343-347.
- Durán Lolita., Henríquez Carlos. 2006. Caracterización química, física y microbiológica de vermicompostes producidos a partir de cinco sustratos orgánicos. Revista agronómica. 1 (5) 22-30.
- Durán Lolita., Henríquez Carlos. 2007. Caracterización química, física y microbiológica de vermicompostes producidos a partir de cinco sustratos orgánicos. Rev. Agronomía Costarricense. 31(1): 41-51.
- Durán Lolita y Henríquez Carlos. 2009. Crecimiento y reproducción de la lombriz roja (*Eisenia foetida*) en cinco sustratos orgánicos. Rev. Agronomía Costarricense. 33 (2): 275-281.
- Erenstein, O.; Sayre, K.; Wall, P.; Hellin, J. y Dixon, J. (2012). Conservation agriculture in maize- and wheat-based systems in the subtropics: lessons from adaptation initiatives in South Asia, Mexico, and Southern Africa. *Journal of Sustainable Agriculture*, 36 (2): 180-206.
- Hernández Rodríguez O. A., Ojeda Barrios D. L., López Díaz J. C., Arras Vota A. M. 2010. Abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Chihuahua. Rev. TECNOCIENCIA. 6 (1): 1-6.
- Félix Herrán Jaime A., Sañudo Torres Rosario R., Rojo Martínez Gustavo E., Martínez Ruiz Rosa., Olalde Portugal Victor. 2008. Importancia de los abonos orgánicos. Rev. Ximhai. 4 (1): 57-67.
- Fernández Herrera C., Combatt Caballero E., Rivera Jiménez H. 2011. Algunas características de la entomofauna de suelos sulfatados ácidos córdoba, colombia. México. Rev. Mexicana de Ciencias Agrícolas. 2(3): 461-470.
- Fruzzi Carlo. 2001. Manual de lombricultura: La lombriz roja-Las lombrices silvestres o comunes-La lombriz domestica-criadero industrial. 3.^a Reimpresión. Mundi.Prensa. México. 120 p.

- García, M. S. 2004. Estudio Nutricional Comparativo y Evaluación Biológica de Tortillas de Maíz Elaboradas por Diferentes Métodos de Procesamiento. Tesis de grado (Maestro en Ciencias en Tecnología Avanzada). Instituto Politécnico Nacional, Centro de investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada. D.F. México. 24 p.
- Graetz H. A. 2008. Suelos y fertilización: manuales para educación agropecuaria. 3^{ra} Edición. Ed. Trillas. Mexico. 101 p.
- Granada Jhon y Chucho Jaime. 2010. Evaluación agronómica de los híbridos de brócoli (*Brassica olearacea L*), dos densidades de plantación y dos dosis de biofertilizantes bajo invernadero en la parroquia calpi, provincia chimborazo. Guaranda, Ecuador pp 1-5.
- Gill, E.1965. Curso de botánica General y Aplicada. 3ra Edición. Barcelona. Edición Omega S. A. pp. 425 – 565.
- González Catellanos Anacleto., GrenónCascales Graciela N., Vázquez García Luis M., González Nicanor A., Pérez Hernández A. 2011. Desarrollo de estacas de Prunus salicina injertadas in situ en diferentes sustratos con lombricompost. Rev. Agronomía Mesoamericana. 22(2): 329-337.
- Gutiérrez Vázquez Ernestina., Juárez Caratachea Aureliano., Jaime Mondragón Ancelmo., Rojas Sandoval Luis. 2007. Dinámica poblacional de la lombriz Eisenia Foetida en estiércol compostado y fresco de bovino y ovino. Rev. Electrónica de Veterinaria. 8 (7): 1-8.
- Haro Y Maldonado, 2009, “Guía Técnica para el Cultivo de Brócoli en la Serranía Ecuatoriana”, editorial Pedagógica Freire, pp. 15-19.
- Hernández A. J., Guerrero L. F., Mármol C. L., Bárcenas B. J., Salas Ender. 2008. Caracterización física según granulometría de dos vermicomposts derivados de estiércol bovino puro y mezclado con residuos de fruto de palma aceitera. Rev. Interciencia. 5 p.

- ICA. 2012. Manejo fitosanitario del cultivo de hortalizas. Bogotá D.C. Colombia. 47 p.
- Reyes Muro L., Camacho Villa T. C., Guevara Hernández F. 2013. Rastrojos: Manejo, uso y mercado en el centro y sur de México. Instituto nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Libro Técnico Núm. 7. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. 1-242 p.
- Jarma, O. Alfredo, Maza, A. L. Pineda, P. A. y Hernández, C. J. 2012. Aspectos fisiológicos y bromatológicos de *Brachiaria humidicola*. Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia, vol. 7, núm. 1, 88-99.
- JulcaOtiniano Alberto., Meneses Florián L., Blas Sevillano R., Bello Amez S. 2006. La materia orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura. Rev. IDESIA. 24(1): 49-61.
- Lal, R. 2005. World crop residues production and implications of its use as a biofuel. Rev. Environ. Int. 31(4): 575–584.
- Lastra, E. 1995. Lombrices californianas, transformadoras de desechos. Rev. Acaecer. 20:10-12.
- López Arcos M., Poot Matu J. E., Mijangos Cortez M. 2012. Respuesta del chile habanero (*Capsicum chinense* L. Jacq) al suministro de abono orgánico en Tabasco, Mexico. Rev. UDOAgrícola 12 (2): 307-312.
- López, J. M. A., Hernández, S. M. y Elorza, M. P. 2003. Evaluación de la densidad de población de la lombriz compostera (*Eisenaandreisavigni*). Rev. UDO Agrícola: 12-16 .
- López-Berenguer, C., Carvajal, M., Moreno, D. A., and García-Viguera, C. (2007). Effects of microwave cooking conditions on bioactive compounds present in broccoli inflorescences. Rev. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 55 :10001–10007.
- Lasso L. A., Álvarez T. M., Ruiz E. Hugo. 2013. Aplicación de S y Mg en brócoli *Brassica oleraceavar*. Itálica en dos órdenes de suelo andisol. Rev. Ciencias agrícolas. 30 (2): 109-122.

- Loza Murguía M., Mamani F., Sainz H., Paco G. 2012. Efecto de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) durante el composteo y vermicomposteo en predios de la estación experimental de la unidad académica campesina. Bolivia. Rev. J Selva Andina Res Soc. 1(2). 24-39.
- Loza Murguía M., Choque Mamani B., Pillco Tancara H., Huayta Tintaya D., Chambi Osorio I., Cutili Palero O. 2010. Comportamiento de lombriz roja californiana y lombriz silvestre en bosta bovina y rumia bovina como sustrato. Rev. Mexicana de ciencias Agrícolas. 1 (4): 555-565.
- Luna Valenzuela Carol E. 2009. Estudio de caracterización física, química y nutricional de dos diferentes ecotipos de brócoli (*Brassica oleracea L.*) cultivados en Ecuador, como un aporte para la elaboración de una norma técnica por parte del INEN. Quito, Ecuador. pp: 9-12.
- Macedo, R. J. 2000. Análisis del sistema de alimentación pecuario rastrojo de maíz alimenticio pecuario (*Zea mays L.*) – pasto estrella (*Cynodon plectostachyus P.*) en la zona norte del estado de Colima. Universidad de Colima: tesis doctoral pp 24-38.
- Maroto Borrego J.V., Pomares García., Baixauli Soria. 2007. Cultivo de la coliflor y el brócoli. Ediciones Mundi-Prensa. pp: 251–329.
- Martínez Castellanos Carlos Alberto. 2008. Comportamiento de seis variedades de Brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica* Plenck; Brassicaceae) con fertilización química y fertilización orgánica en el valle de Chimal Tenango. Tesis (Licenciatura) Guatemala. pp: 2-10.
- Martínez E. M. 2000. Manual de técnicas de análisis químicos para el humus de lombriz. Ediciones Mundi-Prensa. 150 p.
- Martínez Hernández G. B., Gómez P. A., Navarro Rico J. Bernabeu J., Otón M., Artés Hernández F. 2013. Bimi, un nuevo híbrido de brócoli con elevado valor nutritivo. VII Congreso Ibérico de Agroingeniería y Ciencias hortícolas. Madrid. pp. 1-6.

- Medina C. Nancy., Maldonado Lizardo y Naranjo Hernán. 2006. Implantación de un Programa de Buenas Prácticas Agrícolas para el Mejoramiento de la Calidad e Inocuidad del Brócoli en Ecuador Tesis (Licenciatura) Quito-Ecuador. pp: 10-16.
- Mendoza, L. 2008. Manual de lombricultura. CECYTECH-DG-UI-ENC-001. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Consultado el 22 de octubre de 2014. Disponible en: <http://www.cecyltech.edu.mx/Pdf/manuallombricultura.pdf>.
- Milena Yepes Sandra., Montoya Naranjo Lina J. y Orozco Sánchez Fernando. 2008. Valoración de residuos agroindustriales frutas en Medellín y el sur del valle de Aburrá, Colombia. Rev. Fac. Agr. Medellín. 61(1): 4422-4431.
- Moreno R. A., M. Valdés., López T. Z. 2005. Desarrollo de tomate en sustratos de vermicompost/arena bajo condiciones de invernadero. Rev. Agricultura Técnica 65 (1): 26-34.
- Morin Zaragoza Nancy. 2012. Análisis comparativo de la composición en nutrientes de la composta y lombricomposta de plátano. Tesis ingeniería. Universidad veracruzana Poza Rica Tuxpan. 49 p.
- Mosquera Pera D. E., Martínez G. M., Hernán Medina H. Hinetrosa L. I. Caracterización Bromatológica de especies y Subproductos vegetales en el trópico Húmedo de Colombia. Acta Agronomica. 62 (4): 326-332.
- Muños Tlahuoz F., Guerrero Rodríguez Juan de Dios., López An. A., Gil Muñoz A., López Sanches H., Ortiz Torres E., Hernández Guzmán J., Taboada Gaytán O., Vargas López S., Valadez Ramírez M. 2013. Producción de rastrojo y grano de variedades locales de maíz en condiciones de temporal en los valles altos de Libres Serdan, Puebla, México. Rev. Mexicana de Ciencias Pecuarias. 4 (4): 515-530.
- Navarro, S., Navarro, G. 2003. El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. Rev. Química Agrícola. 54-57.
- Olivares Campos M. A., Hernández Rodríguez A., Vences Contreras C., Balderrama J. L., Ojeda Barrios D. lombricomposta y composta de estiércol de ganado vacuno lecheo

- como fertilizante y mejoradores de suelo. Rev. Universidad y Ciencia. 28 (1): 27-37.
- Ortiz M. Roberto. 2011. Evaluación agronómica de dos cultivares de brócoli (*Brassica oleracea L*), con la aplicación de tres dosis de bioestimulante orgánico en el sector San Juan chico, parroquia calpi, provincia Chimborazo. Granada, Ecuador. pp: 16-20.
- Pacheco Ancona M., Ancona Méndez L., Flores Novelo A., Pech Martínez Víctor C. 2005. Estimación de la demanda de *Pleurotusostreatus* en el estado de Yucatan. Rev. Mexicana de Agronegocios. 9 (17): 1-12.
- Polo Hernández Aldo M. 2011. Evaluación de la calidad del humus producido por *Eisenia* spp. a partir de tres sustratos orgánicos. Utilidad en la agricultura y ecotoxicología. Venezuela Cumaná. 64 p.
- Porras Véliz Evelyn Andrea. 2006. Evaluación de cuatro insecticidas para el control de lepidópteros insecta: lepidóptera, aplicando a distintos intervalos de tiempo pots aspersión de los insecticidas en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) en patzún. Tesis (Licenciatura) Chimaltenango. Guatemala. 32 p.
- Puenayan I. Antonio, Córdoba R. Fabio y Unigarro S. Alberto. 2009. Respuesta del brócoli *Brassica oleaceavar. Italica L. híbrido Legacy* a la fertilización con N-P-K en el municipio de pasto, Nariño. Rev. Agronomía. 9 p.
- Pulido MoncanadaMansonia., Flores Bestalia., Rondón Tatiana S., Hernández Hernández Rosa M., Lozano Z. 2010. Cambios en fracciones dinámicas de la materia orgánica de dos suelos, inceptisol y ultisol, por el uso con cultivo de cítricas. Venezuela. Rev. Bioagro. 22(3): 1-12.
- Rayas Durante P., Romero Baranzini A. L. 2008) Fibra a base de frutas, vegetales y cereales: Función de salud. Rev. Mexicana de Agronegocios. 12 (23): 613-621.
- Rodríguez Suppo F. 2005. Fertilizantes: Nutrición vegetal. 1^{ra} Edición. Ed. A.G.T. México. 157 p.

- Romero C., Chirisos R., López R. 2004. Elaboración de un abono orgánico a partir de la cáscara de la semilla del árbol de Neem (*Azadirachta indica*). Rev. Ingeniería UC. 11 (1): 35-40.
- Romero Figueroa J. C., Rodríguez Mendoza Ma., Gutiérrez Castorena Ma. Del C., Sánchez Escudero Julio. 2013. Vermicomposts como sustrato en la producción de menta (*Menta piperita* L.). Rev. Mexicana de ciencias Agrícolas. Estado de Mexico, México. 12p.
- Rucal Cubur Olivio. 2008. Efecto de cuatro niveles de fertilización nitrogenada sobre el tallo hueco y rendimiento en el cultivo de brócoli, *Brassica oleracea:Brassicaceae* Var. *Italica* en el municipio de patzun. Chimaltenango, Guatemal. parroquiacalpi, provincia Chimborazo. Tesis Licenciatura Granada, Ecuador. pp: 16-20.
- Ricci. M., Vasicek. A., López. C., Culebra. M. S., Chamorro. A., La Rossa. R., Sgarbi. C., Paglioni. A. 2011. Parámetros biológicos y demográficos de áfidos (Hemiptera: aphididae) en variedades de colza canola (*Brassica Napus* L.) Rev. FCA UNCUYO 43 (2): 91-102.
- Romero Figueroa José C., Rodríguez Mendoza Ma. De las Nieves., Gutiérrez Castorena Ma. del Carmen., Sánchez Escudero Julio. 2013. Vermicompost como sustrato en la producción de menta (*Menta piperita* L.). México. Rev. Mexicana de ciencias Agrícolas (5): 889-899.
- Rossa. F., Vasicek. A., López. M., Mendy. M., Paglioni. A. 2005. Biología y demografía de *Brevicoryne Brassica* (L.) (Hemiptera: aphididae) sobre cuatro variedades de *Brassica oleracea*L. en condiciones de laboratorio. Rev. de investigaciones Agropecuarias 34 (003): 105-114.
- Rueda, D. 2001. Botánica Sistemática Curso interactivo, Primera Edición, Quito - Ecuador, 140 p.
- SAGARPA. 2009. Aprovechamiento de esquilmos y subproductos en la alimentación de ganado. Distrito Federal, México. Consultado 24 de octubre de 2014. Sistemas de Agronegocios Pecuarios. Disponible en:

<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Aprovechamiento%20de%20esquilmos.pdf>.

Santoyo Juárez Juan A. y Martínez Alvarado César O. 2011. Tecnología de producción de brócoli. Sagarpa, México. 16 p.

Salazar C.T., Aranda D.E., Barois B.I. 1999. Lombricompostaje comparativo de las especies de *Eisenia andrei*, *Eisenia fetida* y *Perionyx excavatus* en pulpa de café. Lombricultura y abonos orgánicos. Simposio internacional y Primera reunión Nacional. Universidad Autónoma de Chapingo, Colegio de postgraduados. pp 177 – 179.

SANCHEZ R., C., 2003 Abonos Orgánicos y Lombricultura. Ediciones Ripalme. Perú, 135 p.

Sánchez Nava J. 2007. Fertilizantes: el alimento de nuestros alimentos. 1^{ra} Edición. Ed Trillas. México. 80 p.

Sánchez, A. E., Ortega, C. M. E., Mendoza, M. G., Montañez, V. O., Buntinx, D. S. E. 2012. Rastrojo de maíz tratado con urea y metionina. Rev. Interciencia, 37 (5): 395-399.

Seibel, W. 1989. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 8th Edición. Paul/Minnesota, USA. Starch 41:443 p.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera - Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2011. *Cierre de la producción agrícola por estado*. En línea Consultado: 17 de octubre de 2014. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx>.

Schuldt Miguel. 2001. Lombricultura: su teoría y práctica en el ámbito agropecuario, industrial y doméstico. La Plata. 151 p.

Schuldt Miguel. 2004. Lombricultura Fácil. La Plata. 151 p.

Schuldt Miguel. 2006. Lombricultura teoría y práctica. Mundi prensa. México. pp: 20-58.

Schuldt Miguel., Chistiansen R., Scatturice L. A., Mayo J. P. 2007. Lombricultura.

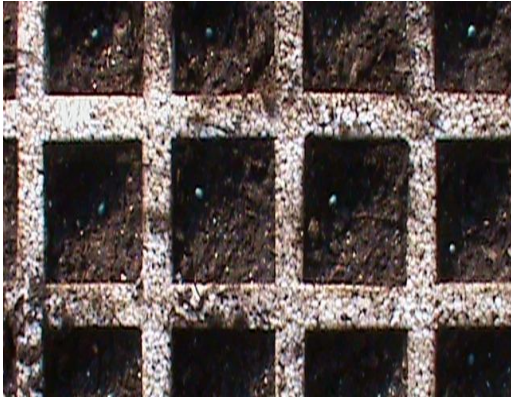
- Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios. 2011. Monografía de Brócoli. Sagarpa, México. 11 p.
- Desarrollo y adaptación a diferentes condiciones de temperie. Rev. Electrónica de Veterinaria. 8 (8): 1-10.
- Valdez Castro Kleber Marcelo. 2012. Evaluación agronómica del cultivo de brócoli (*Brassica oleraceavar. Itálica*) con aplicaciones de tres bioestimulantes orgánicos en las localidades de cumbayá y checa. Tesis (licenciatura). Granada, Ecuador. pp: 19-25.
- Valenzuela López Marino., Patida Ruvalcaba Leopoldo., Díaz Valdés., Velázquez Alcaraz Tereza de J., Bojórquez Germán., Enciso Osuna Tomas. 2014. Respuesta del tomate cultivado en hidroponía con soluciones nutritivas en sustrato humus de lombriz-fibra de coco. Rev. Mexicana de ciencias agrícolas. 13 p.
- Vidal Martínez J. L., Núñez Escobar R., Lazcano Ferrat I., Etchevers barra J D., Carrillo Gonzáles R. 2006. Nutrición potásica del brócoli (*Brassica olearacea*) con manejo convencional y fertirrigación en un vertisol en invernadero. Rev. Agrociencia. México. 8 (3): 157-165.
- Van Soest P J. 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. J. Ass. Offic. Agr. Chem. 46:829-35.
- Van Soest P J. 2002. Nutritional Ecology of the Ruminant, Second Edition. Comstock Publishing Associates. Cornell University Press. Ithaca and London. 500

IX. ANEXOS

Preparación de modulo para la elaboración de proyecto, conteo poblacional de lombriz y humus.



Germinación de semillas de brócoli transplante y monitoreo



Preparación para análisis bromatológico a inflorescencias de brócoli



Conteo de lombriz adulta

Número	Largo (cm)	Grosor (mm)	Número	Largo (cm)	Grosor (mm)	Número	Largo (cm)	Grosor (mm)
1	6	4	41	5.5	5	81	5.6	5
2	4	3	42	6	5	82	5	4
3	5	4	43	5.5	5	83	5.5	5
4	6	4	44	5.5	5	84	5.5	5
5	6	4	45	6	5	85	5.5	5
6	5.5	5	46	5.5	5	86	5.5	5
7	5	4	47	5.5	5	87	5.5	5
8	5	5	48	5.5	5	88	6	5
9	6	4	49	5.5	5	89	5.5	5
10	5	4	50	5.5	5	90	6	5
11	4	5	51	5	4	91	5.5	5
12	6	4	52	5	4	92	6	4
13	4.5	4	53	5	4	93	5.5	5
14	5	4	54	5.5	5	94	5	4
15	5	4	55	5	4	95	6	4
16	4	4	56	5	4	96	5	5
17	5	5	57	5	4	97	5	4
18	5	5	58	5.5	5	98	6.5	5
19	6	5	59	5	4	99	5	5
20	6	5	60	5	4	100	6	4
21	5	4	61	5	4	101	6	5
22	6	5	62	6	6	102	5	4
23	6	6	63	5	4	103	6	5
24	5	4	64	6	4	104	5	4

25	5	5	65	5	6	105	6	5
26	6.5	5	66	5	4	106	5	4
27	5	4	67	6	4	107	5	4
28	5.5	5	68	5	4	108	6	5
29	6	4	69	5	6	109	5	4
30	5	4	70	5	4	110	6	5
31	5.5	4	71	6	4	111	5	4
32	5.5	4	72	5	4			
33	5.5	5	73	5	5			
34	5	5	74	5	6			
35	5.4	5	75	6	5			
36	5	4	76	6	5			
37	5	5	77	5.5	5			
38	6	5	78	6.6	5			
39	6	5	79	6	5			
40	5	4	80	6	5			

Conteo de lombriz mediana

Número	Largo (cm)	Grosor (mm)	Número	Largo (cm)	Grosor (mm)	Número	Largo (cm)	Grosor (mm)
1	4	3	42	4	3	83	4	4
2	4	3	43	4	4	84	4	4
3	5	4	44	4	3	85	4	3
4	4	3	45	3.8	3	86	4.5	3
5	4	4	46	4	4	87	4	3
6	3.5	3	47	4.5	4	88	5.4	4
7	4	4	48	4.5	4	89	5.4	3
8	4.5	4	49	4.5	4	90	4.5	3

9	4.5	4	50	4.5	4	91	4	3
10	4.5	4	51	4	3	92	4	4
11	4	3	52	4.5	4	93	4.5	3
12	4	3	53	3.5	3	94	4	4
13	5	4	54	4	3	95	4	3
14	4	3	55	4	3	96	4	4
15	4	4	56	4	3	97	4	3
16	3.5	3	57	4	3	98	4.5	3
17	4	4	58	4	3	99	4	4
18	4.5	4	59	4	3	100	4.5	3
19	4.5	4	60	4	4	101	4	3
20	4.5	4	61	4	4	102	4	3
21	4.5	3	62	3.5	3	103	4	4
22	4	4	63	4	3	104	4.5	3
23	4	3	64	4	3	105	4	3
24	4	4	65	4	3	106	4.5	3
25	3.5	3	66	3.5	3	107	4	4
26	3.5	3	67	4	3	108	4.5	3
27	4.5	4	68	4	3	109	4	3
28	4	4	69	3.5	3	110	4	3
29	4	3	70	4	3	111	4.5	3
30	4.5	3	71	3.5	3	112	5	3
31	4.5	3	72	4	3	113	4.5	3
32	4.5	3	73	4	3	114	4	4
33	4	4	74	3.5	4	115	4.5	3
34	4.5	4	75	3.5	3	116	4	3
35	4.3	3	76	3.5	3	117	4	4

36	4	4	77	3.5	3	118	4.5	3
37	4.7	4	78	3.5	3	119	5	3
38	3.5	3	79	3.5	3	120	5	3
39	4.5	4	80	3.5	3	121	4.5	3
40	4	3	81	3.5	3	122	4	3
41	4	3	82	4.5	3			

Conteo de lombriz con característica de porte pequeño

Número	Largo (cm)	Grosor (mm)	Número	Largo (cm)	Grosor (mm)	Número	Largo (cm)	Grosor (mm)
	3	2	29	2.5	2	57	1	1
2	3.5	3	30	1	1	58	2	1
3	2.5	2	31	2	2	59	1	1
4	3.5	2	32	2.5	2	60	2	2
5	3	2	33	1	1	61	1	1
6	2	1	34	2	2	62	1	1
7	2.5	2	35	2.5	2	63	1	1
8	2.5	2	36	1	2	64	2	1
9	2	2	37	2.5	2	65	1	1
10	2.5	2	38	2	2	66	1	1
11	3.5	3	39	2.5	2	67	2	2
12	2	2	40	3	3	68	1	1
13	3	3	41	2	2	69	1	1
14	2.5	3	42	3	3	70	2	2
15	2	2	43	3	3	71	1	1
16	3.5	3	44	2	2	72	1	1
17	3	3	45	2	3	73	2	2
18	3	2	46	2	2	74	1	1

19	2	2	47	3	3	75	2	2
20	3.4	3	48	2	2	76	2	2
21	2.5	2	49	2	1	77	1	1
22	2.5	2	50	2	2	78	2	2
23	2	2	51	2	2	79	1	1
24	1	1	52	2	2	80	2	2
25	2.5	2	53	2	2	81	1	1
26	2.5	2	54	2	2	82	2	2
27	2.5	2	55	1	1			
28	2.5	2	56	2	2			



BUAP

Oficio No. IAH/1370/2014

C. José Vicente Islas Gantes
Egresado de la Facultad de Ingeniería Agrohidráulica
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
PRESENTE

Con base en el dictamen emitido por el Dr. Omar Romero Arenas (Director de Tesis), Dr. Miguel Ángel Damian Huato (Asesor) y Dr. José Filomeno Conrado Parraguirre Lezama (Asesor) en su calidad de Consejo Particular, se autoriza la impresión de la tesis titulada:

“Evaluación del compost a base de residuos de hongo seta para la producción de brócoli (*Brassica olearacea* L.)”

Correspondiente a la Licenciatura en Ingeniería Agroforestal.

Sin otro particular por el momento, me despido reiterando a Usted mi más atenta y distinguida consideración.

Atentamente
"Pensar bien, para vivir mejor"
San Juan Acateno, Teziutlán, Pue., 25 de Noviembre de 2014

M. C. Fabián Enriquez García
Director de Facultad de Ingeniería Agrohidráulica

C.c.p. - Archivo y Minutario
MC FEG/mlsm

