



Cultivo biointensivo de cilantro (*Coriandrum sativum*, L. variedad Pakistán) y albahaca (*Ocimum basilicum* L. variedad italiana), utilizando lombricomposta como sustrato, en condiciones de invernadero.

TESIS

Que para obtener el título de licenciado en biología

PRESENTA:

Márquez Márquez Giovanna

Asesor: Biol. Víctor Manuel Esparza Martínez

Planta Piloto y Laboratorio para la Enseñanza en la Producción de Hongos Comestibles y Medicinales Cultivados, Proyectos Productivos, Jardín Botánico.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

A mi madre Maribel Márquez Pasillas. Por haberme apoyado en todo momento, por sus regaños, sus valores y tenacidad de salir adelante, por la motivación que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre Mauricio Arturo Márquez Silva Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir delante de los problemas de salud y por su amor incondicional y escucharme cuando lo necesito.

A mis familiares.

A mi hermana Ariana por ser el ejemplo de una hermana menor y de la cual aprendí aciertos y de momentos difíciles; a mi novio Said por apoyarme cuando sentía que ya no podía y por sus palabras de aliento al terminar mi carrera; a mis tíos y tías; mis abuelos y abuelas, y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

Y como olvidar a mi jefe scout Valdemar Andrade Castillo al forjar una muchacha scout de bien con todos sus conocimientos acerca del escultismo. ¡Gracias a ustedes!

A mis maestros y sínodos.

Por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales y para la elaboración de esta tesis; de manera especial y sincera al Profesor Víctor Manuel Esparza Martínez por aceptarme para realizar esta tesis bajo su dirección. Su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable. Le agradezco también el haberme facilitado siempre los medios suficientes.

A mis amigos y compañeros.

Que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos: Manolo, Lalo, Chucho y Kika; a mis compañeros de laboratorio: Mich, Palo, Daniel, Jonás, Jazmín, Jorge y Adriana. Y mis amig@s de toda la vida por preguntar cómo iba con la tesis: Liz, Norma, Issa, Gladys e Ivan.

“No te conformes con el que, sino que logra saber por qué y como, por que la prueba del éxito de la educación, no es lo que un muchacho sabe según los exámenes al salir del colegio, sino lo que está haciendo 10 años más tarde”

Lord Robert Stephenson Smith Baden-Powell of Gilwell

Dame Señor,

Un corazón vigilante, que ningún pensamiento vano me aleje de Ti;

Un corazón noble, que ningún afecto indigno rebaje;

Un corazón recto, que ninguna maldad desvié;

Un corazón fuerte, que ninguna pasión esclavice;

Un corazón generoso, para servir

Así Sea.

Índice de contenido

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. PROBLEMÁTICA.....	5
1.2. MÉTODO ALTERNATIVO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.....	6
1.3. EL LOMBRICOMPOSTAGE Y SUS BENEFICIOS.....	7
1.4. ACTUALIDAD DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA EN MÉXICO.....	9
1.5. PLANTAS EN ESTUDIO.....	10
1.5.1. <i>Albahaca</i>	10
1.5.2. <i>Cilantro</i>	11
1.6. ANTECEDENTES.....	13
2. JUSTIFICACIÓN	16
3. OBJETIVOS	17
3.1. GENERAL.....	17
3.2. PARTICULARES.....	17
4. MATERIALES Y MÉTODOS	18
4.1. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	18
4.2. METODOLOGÍA.....	19
4.2.1. <i>Lombricompostage</i>	19
4.2.2. <i>Análisis de las propiedades fisicoquímicas de la lombricomposta y tierra</i>	19
4.2.3. <i>Cultivo de hortalizas</i>	20
4.2.4. <i>Análisis de los datos</i>	20
4.2.5. <i>Análisis de costos</i>	20
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
5.1. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA LOMBRICOMPOSTA.....	21
5.2. VARIABLES DE PRODUCCIÓN.....	23
5.2.1. <i>Germinación</i>	23
5.2.1.1. <i>Cilantro</i>	23
5.2.1.2. <i>Albahaca</i>	24
5.2.2. <i>Crecimiento</i>	25
5.2.2.1. <i>Cilantro</i>	25
5.2.2.2. <i>Albahaca</i>	27
5.3. TEMPERATURA.....	30
5.4. OBTENCIÓN DE SEMILLA ORGÁNICA.....	30
5.5. ANÁLISIS DE COSTOS.....	31
6. CONCLUSIONES	33
7. BIBLIOGRAFÍA	34
8. ANEXOS	39
8.1. ESTADÍSTICOS.....	39
8.2. FOTOGRÁFICO.....	40

1. Introducción

1.1. Problemática.

El hombre debe atender la demanda de vegetales provocada por la explosión demográfica y la inequidad social convirtiendo a la agricultura en la actividad humana que más estrecha relación tiene con el medio ambiente y con la sobrevivencia del hombre en el planeta (Bellapart, 1995).

Sin embargo, estimaciones hechas por la FAO en el año 2000, debido a la desertificación, cada año dejan de ser productivas de seis a siete millones de hectáreas de suelo en el mundo y a este ritmo, en menos de 200 años el hombre habrá agotado todos los suelos productivos del planeta. La desertificación es el problema ecológico contemporáneo de mayor importancia en los países en desarrollo. Este proceso ha sido definido como “la disminución o destrucción del potencial biológico de los recursos naturales ocasionado por el mal uso y manejo de los mismos”, lo que trae como consecuencia procesos degenerativos del medio físico, económico y social de las poblaciones involucradas en su entorno (Solís, 2000).

De 2005 a 2010, la población de México aumento de 103,263,338 millones de habitantes a 112,336,538, con todos los efectos consiguientes en cuanto al incremento de consumo de alimentos y de materias primas vegetales (INEGI, 2009).

En el país la superficie agrícola sembrada es de 21.9 millones de hectáreas que representa poco más de la onceava parte del territorio nacional. Del total de la tierra agrícola sembrada, 17 millones de hectáreas son de temporal y 4.9 millones de riego, correspondiendo al 77.6% y 22.3% respectivamente (INEGI, 2009).

Sin embargo, para satisfacer la demanda de productos vegetales, puede observarse que la influencia humana sobre la vegetación resulta altamente destructiva como consecuencia de algunos factores de impacto directo como el desmonte, el sobrepastoreo, la tala desmedida, los incendios y la explotación selectiva de algunas especies útiles (Rzedowski, 1988).

1.2. Método alternativo de producción agrícola.

En un futuro la agricultura deberá sustentarse en métodos más eficientes que ofrezcan control sobre la nutrición vegetal, ahorro de agua y la producción fuera de temporada; buscando reducir el daño al medio ambiente. En los últimos años la producción de los principales cultivos hortícolas en México ha tenido un incremento importante, debido al uso de técnicas de cultivo orgánico (Salazar, 2004).

Si bien es cierto que el concepto de agricultura orgánica, como tal, nace en Europa, se acepta de manera general que la agricultura y ganadería orgánicas son practicadas actualmente en la mayor parte de los países del mundo, constituyéndose como una alternativa global a la agricultura industrializada (Escalona, 2000). La agricultura orgánica es un sistema de producción y se basa en buena parte en el respeto a los métodos naturales que el propio medio ambiente proporciona, prohíbe o restringe el uso de plaguicidas químicos sintéticos, fertilizantes químicos, hormonas de crecimiento, antibióticos y organismos genéticamente modificados (Gómez *et al.*, 2008 a, Méndez, 2008).

México está ubicado en el contexto internacional como país productor-exportador de alimentos orgánicos y como primer productor de café orgánico certificado; se encuentra entre los principales productores y exportadores de hortalizas orgánicas en el mundo en el cuarto lugar y el primero en el continente, genero con esta actividad en el año 2002 34,534 empleos como se puede observar en el cuadro 1. Sin embargo, en nuestro país solo el 15% de los vegetales orgánicos se consume internamente y solo el 5% se vende como tal y el resto como si fuera convencional (Pereira, 2012).

Cuadro 1. Importancia de la Agricultura Orgánica y Perspectivas de Crecimiento en México, 1996-2002.

	1996	1998	2000	2002
Superficie (ha)	23265	54457	102802	215843
Numero de productores	13176	27914	33587	53577
Empleos generados	3722	8700	16448	34534
Divisas generadas (\$US*1000)	34293	72000	139404	280698

Fuente Gómez *et al.* 2002. \$US*1000=estimación en dólares.

1.3. El lombricompostaje y sus beneficios.

El compostaje es un proceso de oxidación biológica de los residuos orgánicos bajo condiciones controladas de humedad, temperatura y aireación, se puede utilizar sin riesgo para el cultivo orgánico. Para acelerar el proceso de compostaje y aprovechamiento de la materia orgánica se ha utilizado a la lombriz roja californiana *Eisenia foetida* (Ferruzzi, 1994).

Clasificación taxonómica de *Eisenia foetida*

Reino: Animália
Subreino: Eumetazoa
Phylum: Anelida
Clase: Oligochaeta
Subclase: Diplostesticulata
Superorden: Megadrili
Orden: Opisthopora
Suborden: Lombricida
Superfamilia: Lumbricoidea
Familia: Lumbricidae
Subfamilia: Lumbricinae
Género: Eisenia
Especie: *Eisenia foetida* (Schuldt, 2006)



Resultado de la adición de la lombriz se obtiene la lombricomposta que es un coloide estabilizado, con propiedades hormonales, rico en microorganismos capaces de transformar los elementos orgánicos del suelo en inorgánicos; facilitando la absorción de nutrientes por parte de los vegetales, el pH es casi neutro, con granulometría fina, textura y estructura coloidal; por lo tanto hace los suelos más permeables pero retiene al mismo tiempo el agua. Todas estas características, pero en especial su alto contenido de microorganismos benéficos, la convierten en el mejor abono orgánico hasta ahora conocido (Méndez, 2008).

Hand y Hayes (1988) la definen como; “un sistema tecnológico de bajo costo para el proceso y tratamiento de la materia orgánica”. Propicia la actividad microbiana resultando en la retención de nutrientes por períodos de tiempo prolongados sin tener algún impacto negativo en el suelo, puede utilizarse como sustrato para el desarrollo de especies vegetales en invernaderos, es un abono orgánico de alta calidad que permite remplazar los fertilizantes sintéticos y tiene una gran capacidad para retener humedad (Ndegwa y Thompson, 2001. Moreno y Cano, 2004). También se sabe que

aumenta el vigor vegetativo y el crecimiento vegetal por disponer de nitratos de absorción inmediata, da mayor resistencia al ataque de patógenos debido al contenido de lixiviado de lombriz con sus características inhibitoras de crecimiento de bacterias y hongos, disminuye el Stock del trasplante o estrés permitiendo así un desarrollo vigoroso (Méndez, 2008).

Cuadro 2. Composición fisicoquímica de la lombricomposta

Factor	Porcentaje %
humedad	57
materia orgánica	70.79
nitrógeno	2.91
fosforo	2.01
potasio	1.80
calcio	0.0046
magnesio	0.64
hierro	0.60
manganeso	0.00228
cobre	0.0401
zinc	0.0133
cobalto	0.013

Fuente Méndez, 2008.

1.4. Actualidad de la agricultura orgánica en México.

En nuestro país la producción orgánica se rige por la ley de productos orgánicos, el reglamento de productos orgánicos y por las Normas Oficiales Mexicanas como la NOM-037-Fito-1995/1997 (SAGARPA, 2012), en la que se establecen las especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos.

Así como la NMX-FF-109-SCFI-2007 (SAGARPA, 2012), para uno de los subproductos obtenidos a través de la lombricultura usado en la agricultura orgánica, denominado humus de lombriz o lombricomposta, que regula su designación y clasificación del producto (definición, clasificación, granulometría, pureza, humedad, presencia de semillas viables, contaminantes, madurez), especificaciones (sensoriales, calidad, fisicoquímicas, microbiológicas), muestreo y toma de muestras, métodos de prueba (pH, conductividad eléctrica, humedad, cenizas, carbono orgánico, nitrógeno total, relación carbono-nitrógeno, capacidad de intercambio de catiónico, densidad aparente), envase y embalaje, etiquetado y aprobación de productor de lombricomposta.

Por su parte la NOM-EM-034-FITO-2000 (SAGARPA, 2012), que contiene los requisitos y especificaciones para la aplicación y certificación de buenas prácticas agrícolas en los procesos de producción de frutas y hortalizas frescas; también encontramos en la NOM-008-FITO-1995 (SAGARPA, 2012), por la que se establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarios para la importación de frutas y hortalizas frescas.

1.5. Plantas en estudio.

Algunas de las plantas aromáticas cultivadas orgánicamente que pertenecen a un grupo de interés comercial en México son: la albahaca, romero, cilantro y menta, ya que además de ser utilizados en la industria alimenticia también son empleadas en la industria farmacéutica tal es el caso de la albahaca (*Ocimum basilicum* L.), y el cilantro (*Coriandrum sativum*, L.) (Argueta y Cano, 1994).

1.5.1. Albahaca.

Reino: plantae
División: magnoliophyta
Clase: magnoliopsida
Orden: limiales
Familia: lamiaceae
Subfamilia: nepetoideae
Tribu: ocimeae
Género: *Ocimum*
Especie: *O. basilicum* L. variedad Italiana



Hierba anual de 20 a 90 cm de altura, hojas que miden de 3 a 11 cm de largo por 1 a 6 cm de ancho. Las flores están reunidas en una espiga de color blanco a púrpura. Originaria de África, Asia e islas del Pacífico. Se localiza en áreas de clima cálido, semicálido, semiseco, seco, muy seco y templado a 2300 msnm. Es cultivada en huertos familiares

El más amplio uso medicinal que se hace de esta planta es para el dolor de estómago en Morelos, Tlaxcala y Quintana Roo. Es utilizada en problemas ginecológicos como la amenorrea y esterilidad, baños post parto y aborto; también se utiliza en procesos inflamatorios y enfermedades respiratorias, además en infecciones bucales y de la piel. Suele ser utilizada para hacer limpias como: “mal de ojo, aire y susto”. En la actualidad es considerada en diferentes regiones del país una planta sagrada.

Las partes aéreas contienen un aceite esencial constituido de mono y sesquiterpenos, derivados de fenilpropano y ácidos orgánicos sencillos, alrededor de 27 monoterpenos, linalol, cineol, citral, citroneolgeraniol, alfa-terpineol, acetato de borneol, alfa-pineol y timol.

Actividad antibiótica contra *E. coli*, *S. aureus*, *B. subtilis*, *P. aeruginosa*; hongos como la *C. albicans*, y en especial la actividad de extracto clorofórmico sobre *Micobacterium phoi*, causante de la tuberculosis.

Puede adaptarse al pH del terreno, pero el ideal está entre 5,5-6,5; requiere lugares soleados, pero admite sitios ligeramente sombreados, y sus semillas tardan aproximadamente una semana en germinar

La albahaca es capaz de producir rendimiento de masa verde del orden de las 20 t/ha año en dos cortes y de 40 Kg/ha de aceite esencial (Vega *et al.*, 2012).

1.5.2. Cilantro.

Reino: plantae
División: magnoliophyta
Clase: magnoliopsida
Orden: apiales
Familia: apiaceae
Subfamilia: apioideae
Tribu: coriandreae
Género: *Coriandrum*

Especie. *C. sativum* L. variedad Pakistán



Plata anual de 50 cm de altura, con flores blancas a lila. Originaria de la región mediterránea; habita en climas cálido, semicálido y templado entre los 1000 a 3000 msnm. Es cultivada en huertos familiares.

En Jalisco, Michoacán, Tlaxcala y Veracruz, es importante su uso en padecimientos relacionados con el aparato digestivo como: cólicos, dolor de estómago, hígado, vesícula, gases y bilis. Por otro lado para bajar la calentura y en casos de debilidad, fatiga, contra la gripa y fortalecer los pulmones.

En la fruta y semillas se han identificado las cumarinas: bergaterpeno, umbeliferana y umbeliferina, los flavonoides: glicosido de quercetinae isoquer-cetina, los componentes fenilicososidos: cafeico y paracumarico, el sesquiterpeno ácido absisico y el esteroide gamma-cito esterol. En las hojas se han detectado los flavonoides glucósido de camferol, el 3'-4' dimetoxi y el 3' metoxi-quercitin y quercitin.

Se ha demostrado que el aceite esencial obtenido de los frutos y semillas posee una actividad antibiótica contra un gran número de bacterias patógenas como *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *E. coli*, *B. subtilis* y *B. cereus*; y el hongo *C. albicans*.

Cilantro con una gran adaptabilidad en todas las áreas, "PAKISTAN" puede ser cultivado en zonas con temperaturas altas (hasta 38° C) y el porcentaje de floración es relativamente baja; siempre y cuando se maneje una humedad constante en suelo (lo que comúnmente se denomina a tierra venida). Es de planta con tallos y hojas verde oscuro, mejor aroma en comparación con otras variedades, hoja muy ancha y podrá realizar hasta dos cortes (Hydroenvironment, 2013).

En cuanto a los precios diarios de hortalizas reportados en diversas Centrales de Abasto a nivel nacional, podemos encontrar al cilantro en diferentes precios Toluca \$7.00 kilo, Torreón \$4.40 manojo, Chiapas \$1.00 manojo, Jalisco \$11.00 manojo, Nuevo León \$16.00 a 20.00 kilo, DF \$8. 00 manojo, Sonora \$3.00 manojo, Yucatán \$20.00 rollo, Sinaloa \$15.00 manojo, Guanajuato \$12.00 manojo y Querétaro \$20.00 manojo (SAGARPA, 2012).

1.6. Antecedentes.

Savigny en 1826, describió una serie de especies de la familia lombricidae. Según Toral *et al.* (2005), Darwin, en su libro la formación de la tierra vegetal por la acción de las lombrices publicado en 1881, explica la verdadera función de estos invertebrados en el suelo la cual dio inicio a una serie de investigaciones sobre la biología de estos organismos. Sin embargo, el conocimiento científico de los procesos de vermicompostaje (bases científicas y técnicas) se inicia en la década de los 70's por los profesores Clive A. Edwars y E.Neuhauser (Toral *et al.*, 2005).

Hand y Hayes (1998) emplearon la técnica de compostaje para el mejoramiento de los terrenos y cultivos con la finalidad de incrementar la producción en la región; concluyendo que los residuos animales y plantas que caen en el suelo mejoraban su fertilidad.

Padmavathiamma *et al.* (2007) observaron que al aplicar la vermicomposta en el suelo aumentaba la disponibilidad de nitrógeno (N) y fosforo (P) mejorando su fijación y solubilidad respectivamente. La aplicación del humus de lombriz en el suelo modificó su acidez mejorando el rendimiento en un 98% de manera significativa α 0.05 en el crecimiento y calidad del plátano y la yuca. La aplicación de humus estimulo el crecimiento de las raíces facilitando la absorción de nutrientes como el nitrógeno y fosforo principalmente.

Gómez *et al.* (2008 b), observaron que el suelo mejoró sus propiedades químicas (MO, N total, relación C/N, P asimilable, CIC, Ca, Mg, K y pH agua) cuando fue fertilizado con composta. Los rendimientos se incrementaron significativamente ($p < 0.05$) en los tratamientos en que se aplicó fertilización orgánica (149% para el rábano y 50% para el fríjol). Una respuesta positiva se obtuvo en los indicadores de crecimiento en ambos cultivos (34 al 48% para el rábano y 21 al 67% para el fríjol, respectivamente).

Altamirano y Aparicio (2002) realizaron un estudio para evaluar el efecto de la lombricomposta en varias combinaciones para la germinación y el crecimiento inicial de dos especies de pino veracruzano, sin embargo, los resultados que obtuvieron solo mostraron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre los sustratos para el crecimiento inicial, aunque el 30% de arena de mina + 20% de suelo de bosque + 50% de composta se obtienen resultados óptimos para el crecimiento inicial.

Toral *et al.* (2005) midieron los niveles de fertilización orgánica mediante vermicomposta en el cultivo de la Jamaica aplicando una sola ocasión la vermicomposta; para el tratamiento de 33g por planta obtuvieron: altura de 1.77m, 33 cálices por planta y un rendimiento de 915 kg/ha; tratamiento 66g por planta: altura 1.76m, 43 cálices por planta y un rendimiento de 1219 kg/ha; tratamiento 99g por planta: altura de 1.83m, 46 cálices por planta y un rendimiento de 704 kg/ha.

Márquez *et al.* (2006) produjeron tomate cherry variedad 649 en diferentes mezclas de compostas (25%, 37% y 50%) y bajo condiciones de invernadero obtuvieron un rendimiento medio de 48.507 t/ha, es decir se obtiene mayor rendimiento (3.05 Ton/ha) con respecto a lo obtenido en productores de tomate cherry orgánico en campo, sin afectar la calidad del producto.

Capulín *et al.* (2005) emplearon la fracción líquida del estiércol de bovino, usada como solución nutritiva para plantas de jitomate presentando una diferencia altamente significativa ($p < 0.05$). en altura, rendimiento, número de frutos y contenido de clorofila.

Cabanillas *et al.* (2003) evaluaron el efecto de residuos sólidos agrícolas y agro-industriales (lombricomposteo) en comparación con un fertilizante químico (urea) en la producción de albahaca variedad Catamarca INTA (Hoja Ancha) encontrando diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la altura, número de hojas, número de ramas y tamaño de raíz en las plantas, por lo que concluyen que la producción orgánica de albahaca en lombricomposteo, aumenta la producción de hojas, inflorescencias y semillas, por la mayor posibilidad de incorporación de elementos minerales, precursores de vitaminas y hormonas vegetales, mejor provisión de agua, integrando y mejorando las economías del agua, del carbono y los minerales, fundamentales para una mayor producción sustentable; por su parte De la Cruz (2001) recopiló los fenómenos y factores que se involucran en el composteo y lombricomposteo, como son: aeración, humedad, relación carbono-nitrógeno, temperatura, tamaño de la partícula, volumen de la composta, frecuencia de volteo y madurez.

Sulbarán y Toro (2008) realizaron la germinación y crecimiento del cilantro (*Coriandrum sativum* L.) en bambú (*Bambusa arundinaria*) para demostrar si es efectivo, ya que esto es un modelo que ayuda al crecimiento de cultivo sin necesidad de utilizar fertilizantes obteniendo un 90% de germinación.

Vega *et al.* (2012) dan a conocer los requerimientos agrotécnicos del cultivo de la Albahaca (*Ocimum basilicum* L.) como planta aromática, de la que se reflejan las atenciones culturales, aspectos de la lucha fitosanitaria, y como obtener rendimientos de importancia económica para la industria de Jabonería y Perfumería Suchel.

Andrade (2012) evaluó los efectos a la aplicación de tres niveles de fertilización orgánica en la producción de Cilantro (*Coriandrum sativum* L.) como Bovinaza, Cuyasa y Humus de lombriz; la variable altura de planta a los 60 días mayor lo obtuvo el empleo de Humus de lombriz, aplicando 50 Ton/ha, con 52.17 cm, acorde a las características agronómicas del cultivo cuya altura de planta oscila entre 40 y 70 cm; el mayor rendimiento lo registro la aplicación de Humus de lombriz, empleando 50 Ton/ha, con 25.545 Ton/ha y en cuanto al análisis económico se observó que todos los tratamientos presentaron beneficio neto positivo, destacándose la aplicación de Humus de lombriz en dosis de 25 Ton/ha, con \$ 15352.45.

2. Justificación

La producción orgánica de hortalizas no es simplemente una sustitución de insumos, sino un cambio en la filosofía de producción y de vida. Implica mejorar el manejo de recursos tales como agua, biodiversidad, suelo, luminosidad, para cumplir a largo y corto plazo con la demanda de alimentos, pero también considerando la calidad de vida de las personas que producen y consumen dichos alimentos (Gómez *et al.* 2002)

Por lo tanto en este trabajo pretende obtener mediante el uso de lombricomposta, con base en la NMX-FF-109-SCFI-2007; datos que sustenten una producción orgánica, de dos especies de plantas, cilantro y albahaca orgánico por las bondades antes descritas, y por interés comercial y gastronómico que presentan.

3. Objetivos

3.1. General.

- Evaluar los efectos de la lombricomposta en las variables de producción en el cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum*, L.) y albahaca (*Ocimum basilicum* L.).

3.2. Particulares.

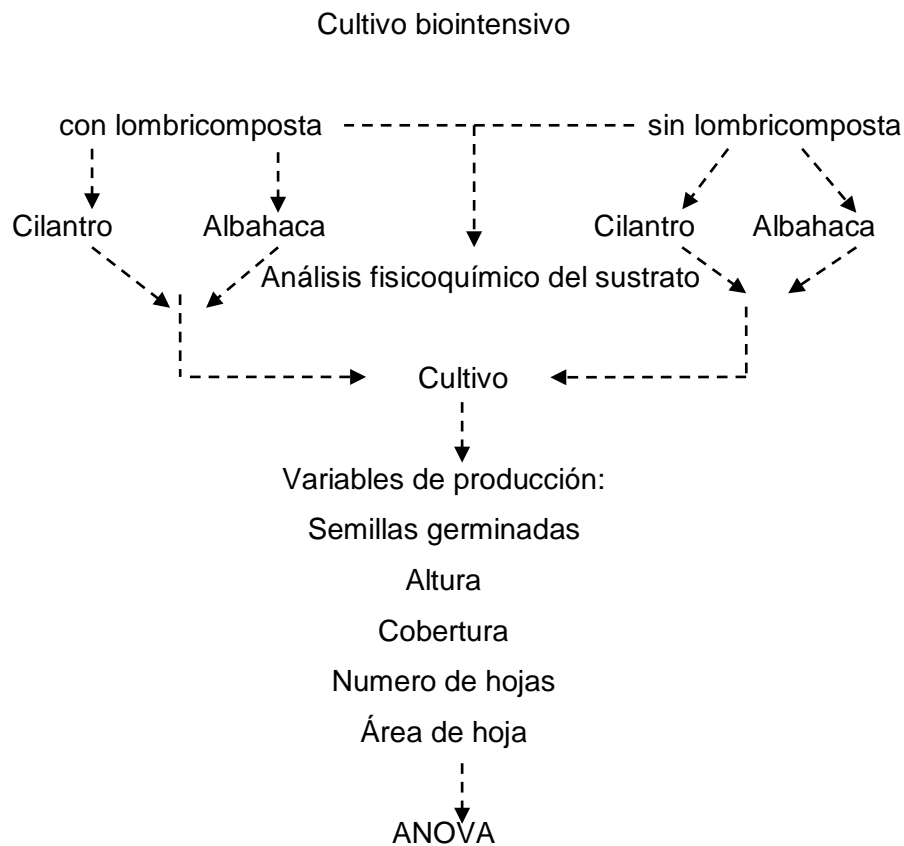
- Determinar las características fisicoquímicas de la lombricomposta producida en los meses de junio-septiembre.
- Determinar la germinación de semillas de cilantro y la albahaca en sustratos con y sin lombricomposta.

4. Materiales y métodos

4.1. Diseño experimental.

El estudio se llevó a cabo dentro del área que compete la planta piloto y laboratorio para la enseñanza en la producción de hongos comestibles y medicinales cultivados, proyectos productivos del Jardín Botánico, JABIZ de la FES Iztacala UNAM. (Anexo fotográfico)

Se establecieron 4 tratamientos; con lombricomposta (albahaca y cilantro) y sin lombricomposta (albahaca y cilantro); bajo un diseño completamente al azar; cada unidad experimental (UE) consistió en 1 java de 50 cm de largo por 30 cm de ancho, 6 kg de lombricomposta o 6 kg de tierra negra y 20 semillas de tipo comercial según el cultivo; se realizaron 5 repeticiones dentro del invernadero, con un total de 24 UE; es decir 12 UE por cada cultivo.



4.2. Metodología.

El experimento se realizó en dos etapas; la primera orientada a la obtención del humus de lombriz por medio de la crianza de la lombriz *Eisenia foetida* y al análisis de sus propiedades físicas y químicas.

La segunda etapa consistió en la aplicación de la lombricomposta para la posterior evaluación de las variables de producción hasta la floración aproximadamente 60 días.

4.2.1. Lombricompostage.

Para comenzar la producción de lombricomposta se colocó en una tina de cemento materia orgánica (material de desecho de la producción de hongos y pastos de la universidad) para el proceso de degradación de la materia la cual tardó aproximadamente 90 días; cada 3 días se movió y regó para mantener una humedad de 60 a 80 HR% y temperaturas entre 30 a 50°C y una buena aeración. Posteriormente se agregó 1 kg de lombrices (*Eisenia foetida*) y se realizó el mismo proceso; una vez finalizado el lombricompostage, (lombricomposta de color café oscuro sin olor) que duró 4 meses, se comenzó a tamizar para obtener la cantidad deseada para cada una de las UE (6 kg).

4.2.2. Análisis de las propiedades fisicoquímicas de la lombricomposta y tierra.

Del total de la lombricomposta producida y tierra se tomó una muestra de 1kg a la que se le determinaron las propiedades fisicoquímicas de acuerdo al cuadro 3.

Cuadro. 3 Análisis fisicoquímico de la lombricomposta

	Autor
Determinación de pH (método potenciométrico)	Bates, 1954., Willard, Merrit, Dean, 1958.
Determinación de humedad (método gravimétrico)	Ortiz y Ortiz , 1980
Determinación de materia orgánica (MO) (método de oxidación con ácido crómico y ácido sulfúrico)	Walkley y Black, 1947
Determinación de nitrógeno total (método Kjendahl)	Bremner, 1965
Determinación de densidad aparente (método volumétrico o de la probeta)	Beaver, 1963
Fosforo asimilable (método de Bray o colorimétrico)	Bray y Kurtz, 1945

Fuente Manual de métodos de análisis de suelo. Muñoz *et al.* (2011)

4.2.3. Cultivo de hortalizas.

El cultivo se realizó en 1 java con 6 kg de lombricomposta o 6 kg de tierra. Una vez preparada la parcela de cultivo se sembraron 20 semillas de cada una de las especies por separado directamente. La distancia de siembra de las semillas de cilantro y de albahaca fue de 5 cm.

El riego se realizó cada 3er día a inundación con agua de la llave. Durante la germinación y crecimiento se tomaron datos sobre su desarrollo: número de semillas germinadas diariamente y la altura, tomando como referencia la primera hoja. Asimismo se tomo la temperatura y HR% diariamente 3 veces al día.

Al finalizar el periodo de desarrollo, 60 días después de la siembra, se tomó la altura final, la cobertura y el número de hojas para ambos cultivos (5 repeticiones por tratamiento); al terminar la floración se obtuvo las semillas de cada uno de los cultivos por tratamiento.

4.2.4. Análisis de los datos.

Para cada una de las variables de producción (semillas germinadas, altura, número de hojas, cobertura y tamaño de hojas), comparando entre tratamientos (con lombricomposta y sin lombricomposta) y por cultivo (cilantro y albahaca) se aplicó una ANOVA de dos factores y comparación de medias por LSD con una $p \leq 0.05$; se uso el paquete estadística SAS® v. 9.2 (Anexo estadístico)

4.2.5. Análisis de costos.

Una vez terminado el experimento se realizó un análisis de costos para saber el costo de realizar un cultivo biointensivo con lombricomposta en comparación con un cultivo tradicional a nivel de traspatio y poder hacer un estimado de las ganancias o pérdidas de cada uno de los sistemas.

5. Resultados y discusión

5.1. Características fisicoquímicas de la lombricomposta.

El cuadro 4 muestra los resultados del análisis en comparación con lo reportado por otros autores y lo especificado en la normatividad Mexicana.

Cuadro. 4 Características fisicoquímicas de la lombricomposta obtenida en comparación con otros autores y la NMX-FF-109-SCFI-2007.

	M.O %	pH	P asimilable %	N total %	δ ap. g/cm ³	Hum cap %.
Lombri composta	82.5±5.17	6.96±0.00	25.5±0.34	.63±0.01	0.63±0.01	89.61±0.57
Tierra	18±2.40	6.29±0.01	1.75±0.02	.28±0.01	0.77±0.008	11.13±0.54
De la Cruz R. R. A. 2001	30-70	6.8-7.2	2-8	1-2.6	—	30-60
Romero L. M del R. 2001	20-50	5.5-8.5	—	1-4	0.4-0.9	20-40
NMX-FF- 109-SCFI- 2007	20-50	5.5-8.5	—	1-4	0.4-0.9	20-40

(M.O= materia orgánica, P= fosforo, N=nitrógeno, hum cap= humedad capilar) expresado en porcentaje, δ ap=densidad aparente expresado en gramos por centímetro cubico. n=3 ± error estándar.

Los contenidos de materia orgánica no concuerdan con la literatura ya que sobrepasa los rangos; cabe mencionar que la lombricomposta analizada en su totalidad fue elaborada con recortes vegetales y desechos del cultivo de hongos exclusivamente. La razón de los altos porcentajes de materia orgánica se deben, como lo menciona Domínguez *et al.* (2009) a que la materia orgánica original experimenta una sucesión de transformaciones físicas, químicas y de descomposición microbiana que la conduce a un estado más estable que bajo el análisis se registran como ácidos húmicos.

El pH fue ligeramente ácido, no obstante, sigue dentro de las especificaciones de la norma mexicana y es adecuado para ambos cultivos. En comparación con lo reportado por otros autores es evidente la variación de los resultados. Romero *et al.* (2001) evaluó siete compostas realizadas con diferentes sustratos y reporta un aumento del pH en desechos domésticos (sobras de alimentos) lo cual es similar a lo reportado por Castillo *et al.* (2001) que menciona que los residuos de cocina elevan el pH; de tal manera que muy posiblemente esta característica sea dependiente del sustrato

utilizado en este experimento ya que el material para el cultivo del micelio de los hongos es sorgo.

En el caso del (P) los análisis se encuentran sobre los valores con los que se compara para el caso de la lombricomposta, sin embargo, la literatura también menciona que el P disponible fluctúa del 15 al 30% del P total, lo cual se acerca más a los datos del análisis, además, la lombricomposta tiene un pH ligeramente ácido (6.29), característica que favorece a la solubilización del P debido a su precipitación (Navarro y Navarro, 2003).

El nitrógeno total (N) para la lombricomposta fue de 0.63%, a pesar de que se encuentra por debajo de los niveles señalados por la norma, es más del doble de lo que se encuentra en la tierra Romero *et al.* (2001) menciona que las compostas elaboradas a base de material vegetal presentan menor cantidad de nitrógeno sin embargo, siguen siendo de calidad para el cultivo de especies vegetales.

Los datos anteriores de fósforo y nitrógeno total en relación con el cultivo de la albahaca y el cilantro, pudieron para el caso del nitrógeno, promover un color verde y crecimiento rápido, mejor calidad y tamaño de la hoja; lo que probablemente ayudo a tener mayor número de semillas germinadas (SABSA. 2013).

En cuanto al fósforo que se encontró en cantidades elevadas puede decirse que estimulo el crecimiento temprano de la raíz lo que permitió un adecuado anclaje de las semillas evitando que fueran lavadas al fondo, promovió el vigor en la planta, aceleró la maduración de la planta, influyo en la formación y floración, ya que se observo días antes la floración en los tratamientos con lombricomposta (SABSA. 2013).

Además Calozuma *et al.* (2012) menciona que la composta aporta lentamente los nutrientes para las plantas a medida que se descompone, pues produce activadores del crecimiento que las plantas pudieron absorber, favorece la nutrición y resistencia.

En cuanto a las características físicas, la densidad aparente en combinación con la M.O además de que agrega partículas y esponja el suelo, lo airea; mejora su estructura y favorece la retención de humedad, impidiendo que las semillas se laven y se pierdan en la profundidad. Se señala en la norma NMX-FF-109-SCFI-2007, sustratos de desperdicio vegetal y de pulpa de café tienen mayor capacidad

higroscópica, incluso mayor al 60%; lo anterior se corrobora pues la humedad aprovechable fue de 89.61%

5.2. Variables de producción.

5.2.1. Germinación.

5.2.1.1. Cilantro.

Durante la etapa de germinación de un total de 20 semillas sembradas en cada tratamiento por UE el resultado en la lombricomposta, fue del 80% de germinación con 16 semillas germinadas y los tratamientos sin lombricomposta solo 53.75% con 10.75 semillas germinadas. De acuerdo con Sulbarán y Toro (2008) los datos obtenidos no concuerdan, ya que al realizar la germinación y crecimiento del cilantro (*Coriandrum sativum* L.) en bambú (*Bambusa arundinaria*) obtuvieron un 90% de germinación además que para la variedad trabajada se registra una germinación por arriba del 90%.

La germinación de las semillas (cuadro 5) en lombricomposta comenzó un día antes, según Méndez (2008) la lombricomposta da mayor resistencia al ataque de patógenos debido al contenido de exudante de lombriz con características inhibitoras de crecimiento de bacterias y hongos; además presenta un tamaño de partícula pequeña y baja plasticidad y cohesión, que la hacen un excelente sustrato de germinación, ya que cumple con los requisitos para que las semillas germinen y emerjan sin encontrar a su paso barreras mecánicas que eviten o retrasen su salida a la superficie; observándose diferencias significativas ($p \leq 0.05$) (figura 1) entre los tratamientos sin lombricomposta y con lombricomposta así como entre especies.

Cuadro 5. Valores medios de semillas de cilantro germinadas (n=5 ± error estándar)

Día	Con lombricomposta	Sin lombricomposta
1 al 11	0	0
12	1 ±1.41	0
13	1,8 ±1.78	1,5 ±1.91
14	7.6 ±4.82	5,25 ±2.98
15	8.8 ±4.54	7 ±2.94
16	10.4 ±4.92	8,25 ±4.57
17	12.4 ±5.02	8,75 ±4.34
18	12.8 ±5.26	9,25 ±4.03
19	13.6 ±5.68	10,25 ±3.40
20	14.8 ±6.09	10,5 ±3.31
21	15.2 ±6.37	10,5 ±3.31
22	15.4 ±6.50	10,75 ±2.98
23	16 ±6.36	10,75 ±2.98

5.2.1.2. Albahaca.

La germinación de las semillas de albahaca en la lombricomposta fue del 97% de germinación que representa 19.4 semillas germinadas y sin lombricomposta solo 73.75% con 14.75 semillas germinadas. En la figura 1, se observan diferencias de acuerdo con el análisis estadístico ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos con lombricomposta y sin lombricomposta así mismo entre especies, sin embargo, no existe interacción.

En los días posteriores a la siembra (cuadro 6), el tratamiento con lombricomposta presento las semillas germinadas dos días antes que el tratamiento sin lombricomposta, probablemente a que el exudante de lombriz posee características inhibitorias de crecimiento de bacterias y hongos; May (1985). Existen otros factores que afectan dicho proceso, como lo son el tamaño y la viabilidad de las semillas, el tiempo y la profundidad de siembra, las condiciones de humedad y temperatura durante la germinación, las características físicas y químicas del suelo y las plagas; cabe mencionar que estas variables fueron las mismas para todos los tratamientos. En ese sentido Hand y Hayes (1988) mencionan que el proceso de degradación de una composta y los microorganismos pueden degradar la testa de las semillas acelerando la germinación de estas.

Cuadro 6. Valores promedio de la semilla de albahaca germinadas (n=5 \pm error estándar)

Días	Con lombricomposta	Sin lombricomposta
1 al 5	0	0
6	1.8 \pm 4.02	0
7	1.8 \pm 4.02	0
8	6.6 \pm 5.98	1 \pm 1.41
9	11.4 \pm 4.77	1.75 \pm 2.36
10	14 \pm 5.09	6.75 \pm 6.99
11	15.4 \pm 4.66	7.25 \pm 6.60
12	17 \pm 4.79	9.75 \pm 9.17
13	19 \pm 1.73	10.75 \pm 9.28
14	19.2 \pm 1.30	11 \pm 9.59
15	19.4 \pm 1.34	12.75 \pm 8.99
16	19.4 \pm 1.34	14.5 \pm 7.04
17	19.4 \pm 1.34	14.75 \pm 6.70
18	19.4 \pm 1.34	14.75 \pm 6.70

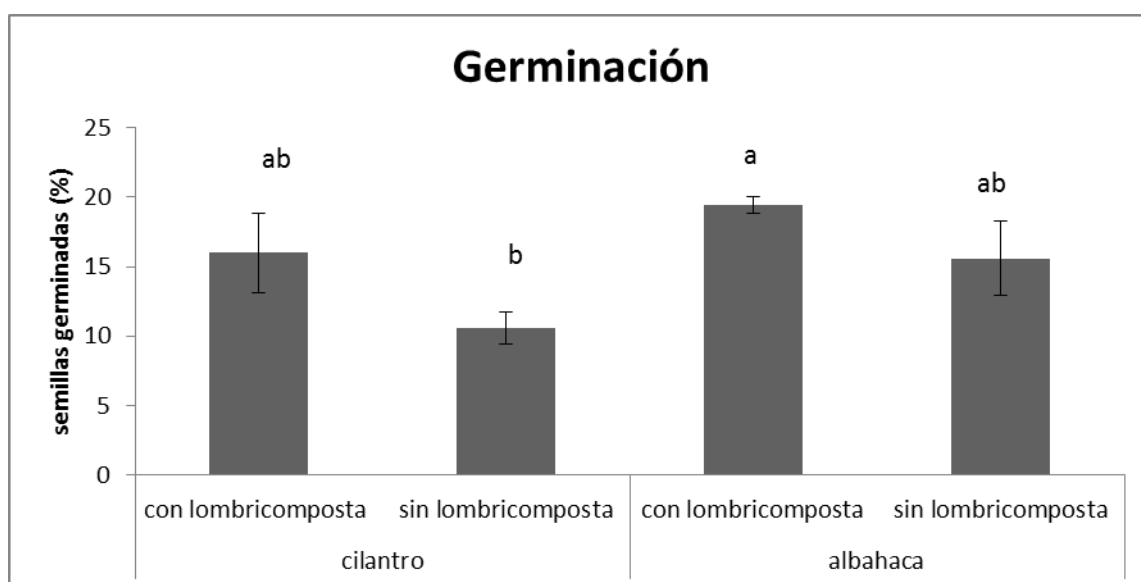


Figura 1 Promedio de germinación \pm error estándar de ambas especies con lombricomposta y sin lombricomposta. Letras diferentes indican diferencias significativas según LSD ($p \leq 0.05$).

5.2.2. Crecimiento.

5.2.2.1. Cilantro.

Los datos de crecimiento mostrados en el cuadro 7, se presentan diferencias en cuanto a altura durante los 60 días de crecimiento (talla final: con lombricomposta 59.49 cm, sin lombricomposta 42.95 cm) al realizar un análisis de varianza de la semana 1, 3, 5 y 7 ($p \leq 0.05$). En la figura 2 se observan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos sin lombricomposta y con lombricomposta así como entre especies; probablemente por disponer de nitratos de absorción inmediata

que actuaron durante la etapa fenológica de crecimiento como lo menciona Méndez, 2008.

Cuadro 7. Valores promedio de altura en cm del cilantro durante 60 días.(n=5 ± error estándar)

	Semana							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Con lombricomposta	8,52	12,09	18,30	23,65	31,57	41,05	44,63	59,49
Sin lombricomposta	±1.89	±1.62	±5.33	±4.23	±1.42	±8.26	±11.60	±22.19
Con lombricomposta	8,59	12,17	13,65	15,9	26,06	34,38	37,84	42,92
Sin lombricomposta	±2.96	±3.47	±1.24	±1.51	±6.55	±14.69	±15.58	±13.46

Monsalve *et al* (2009), observó un incremento significativo en la altura promedio de *Eucalyptus globulus* cuando la concentración de nitrógeno fue mayor, con registro promedio altura de 32,5; 35,6; 39,8 y 44,5 cm para los tratamientos de 50, 100, 150 y 200 mg L⁻¹, respectivamente; demostrando que un alto contenido de nitrógeno como el de la composta analizada confirma los datos obtenidos en el presente estudio.

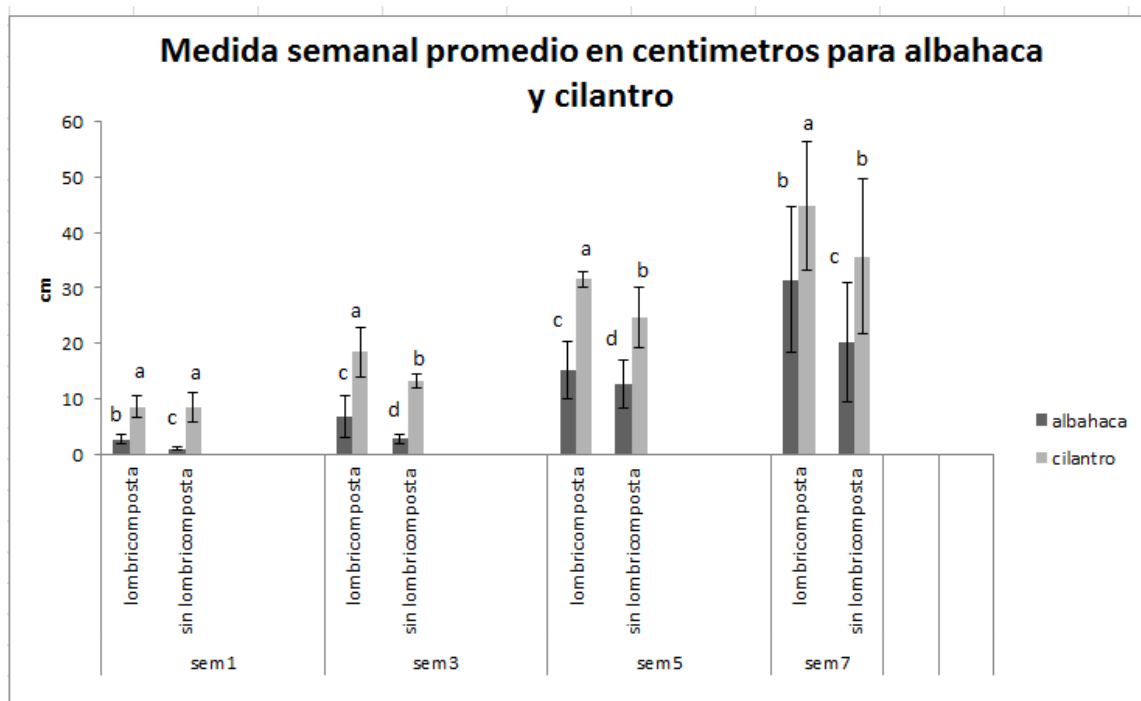


Figura 2. Altura promedio en cm de ambas especies ± error estándar con lombricomposta y sin lombricomposta. Letras diferentes indican diferencias significativas según LSD ($p \leq 0.05$).

En el cuadro 8 se observa un incremento en el tratamiento con lombricomposta con relación al tratamiento sin lombricomposta del 27.86%, el número de hojas por planta fue del 47.95%, la cobertura 35.85% y tamaño de la hoja del 50 %. En todas las variables de producción analizadas se obtuvieron diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

(figura 3, 4 y 5) entre los tratamientos sin y con lombricomposta. Mostrando los mejores resultados el cilantro cultivado con lombricomposta.

Monsalve *et al* (2009) también observó en *Eucalyptus globulus* un aumento significativo de la cobertura a medida que aumento la concentración de nitrógeno en el medio de crecimiento.

Cuadro 8. Variables de producción promedio de cilantro (n=5 ± error estándar)

Tratamientos	Semillas germinadas	# de plantas por UE	Talla final cm	# de hojas por planta	cobertura cm	Tamaño de hoja cm ²
Con lombricomposta	16 ±6.36	16 ±6.36	59.49 ±22.19	58.30 ±12.13	26.97 ±3.46	9.66 ±0.42
Sin lombricomposta	10.75 ±2.98	10.75 ±2.98	42.92 ±13.46	30.46 ±5.45	17.30 ±3.96	5.35 ±0.31

Y puesto que cada una de las variables de producción están estrechamente relacionadas con los análisis fisicoquímicos de la lombricomposta; el alto contenido de M.O proporcionó una buena disposición de humedad para la germinación así como un buen anclaje de la raíz y el adecuado desarrollo de las plantas. Los altos contenidos de fósforo y nitrógeno total promovieron un color verde y crecimiento rápido, mejor tamaño de la hoja, floración y formación de la semilla.

5.2.2.2. Albahaca.

El crecimiento de la albahaca (cuadro 9) mostró que el tratamiento con lombricomposta alcanzo las mayores tallas; estadísticamente ($p \leq 0.05$) (figura 2) analizando la semana 1, 3, 5 y 7 presentaron diferencias estadísticamente significativas (cuadro 13). Cabanillas *et al.* (2006) mencionan que la lombricomposta es mejor que la urea al obtener una mayor altura y número de hojas en sus tratamientos con lombricompostas, por que permite aumentar el rendimiento en las diferentes etapas fenológicas de la albahaca debido a la buena disposición de nutrientes como el nitrógeno y fosforo principalmente.

Cuadro 9. Valores promedio de altura en cm de la albahaca durante 60 días.(n=5 ± error estándar)

	sem1	sem2	sem3	sem4	sem5	sem6	sem7	sem8
Con lombricomposta	2,61 ±0.75	4,02 ±1.63	6,62 ±3.40	9,70 ±4.92	15,26 ±5.02	24,20 ±7.40	31,24 ±12.40	42,02 ±12.01
Sin lombricomposta	1,09 ±0.40	1,74 ±0.58	2,75 ±0.99	6,24 ±2.81	12,72 ±5.06	16,25 ±5.81	21,81 ±11.59	27,85 ±13.20

Se mostró un incremento en el tratamiento con lombricomposta en relación al tratamiento sin lombricomposta del 33.72%, número de hojas por planta del 71.59%, cobertura 26.22%, tamaño de la hoja del 50 % (cuadro 10). En todas las variables analizadas, se obtuvieron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) (figura 3, 4 y 5) entre los tratamientos con lombricomposta y sin lombricomposta así mismo entre especies con excepción de la cobertura; sin embargo si existe diferencia entre los tratamientos con y sin lombricomposta.

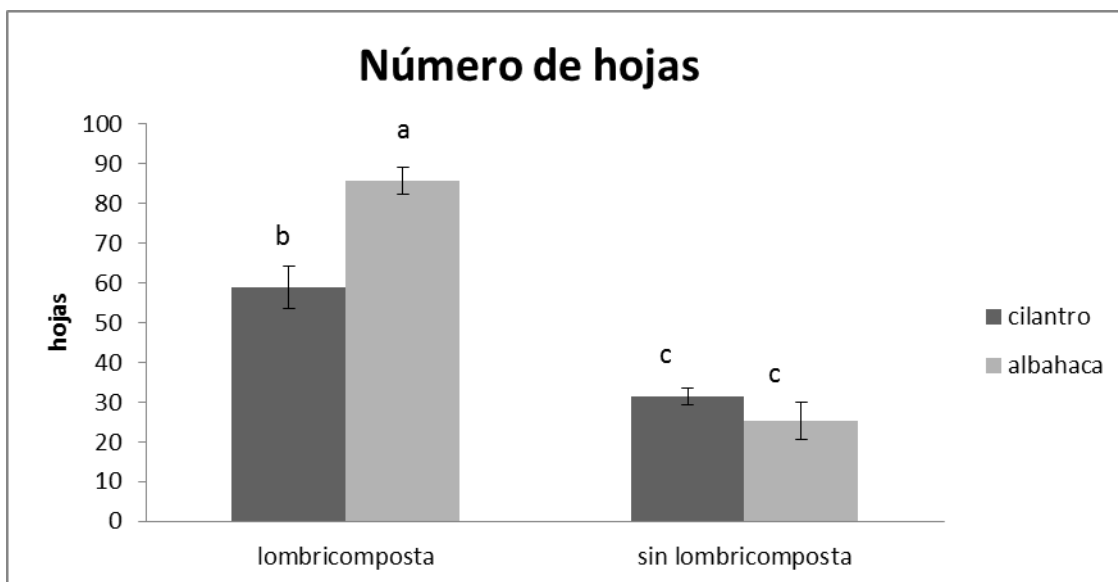


Figura 3. Número de hojas \pm error estándar de ambas especies con lombricomposta y sin lombricomposta. Letras diferentes indican diferencias significativas según LSD ($p \leq 0.05$).

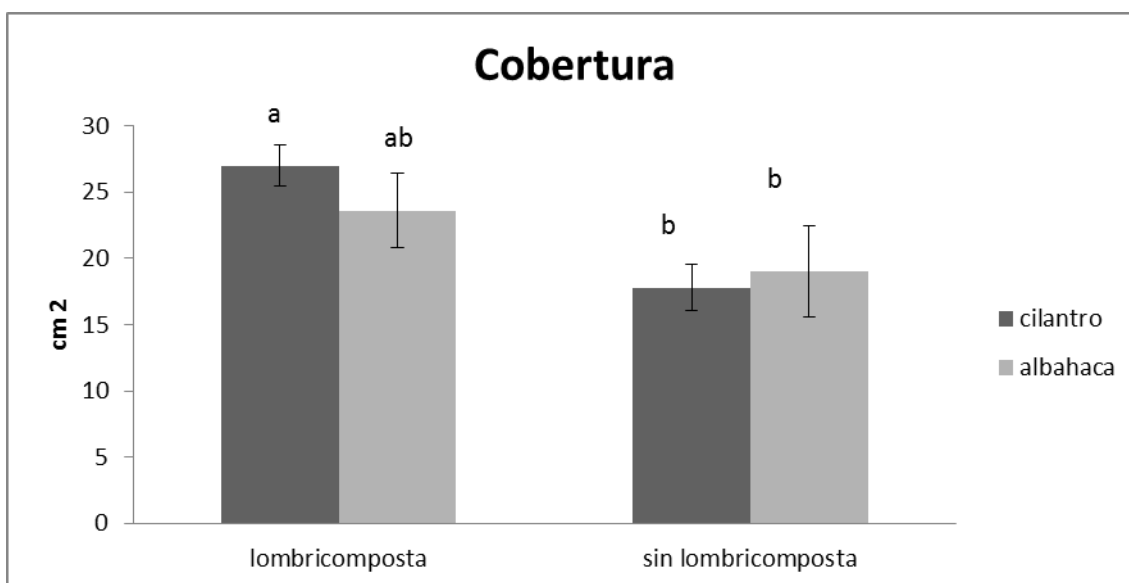


Figura 4. Cobertura en $\text{cm}^2 \pm$ error estándar de ambas especies con lombricomposta y sin lombricomposta. Letras diferentes indican diferencias significativas según LSD ($p \leq 0.05$).

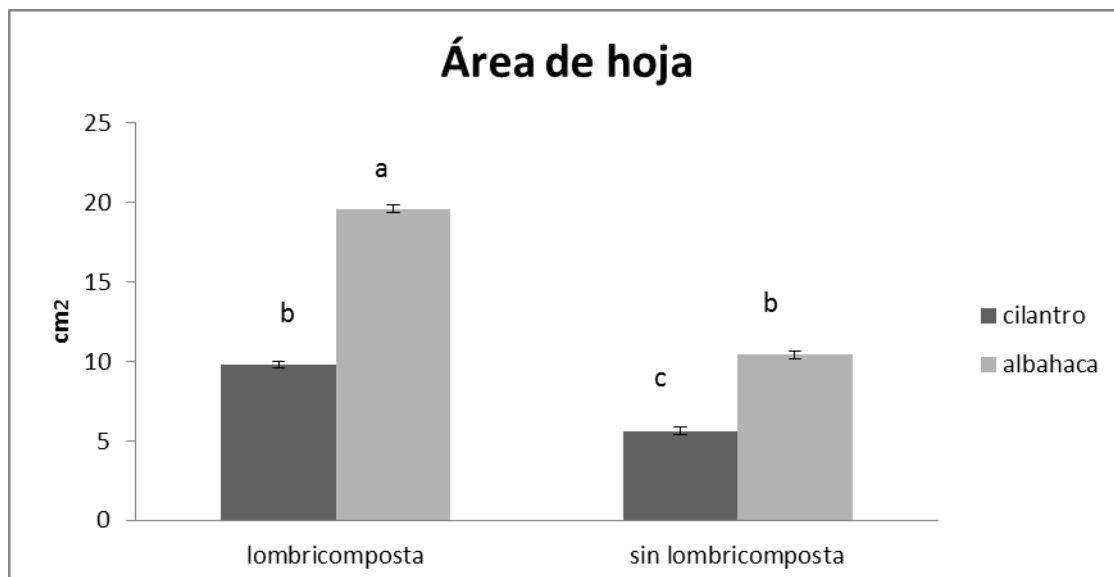


Figura 5. Área de la hoja en $\text{cm}^2 \pm$ error estándar de ambas especies con lombricomposta y sin lombricomposta. Letras diferentes indican diferencias significativas según LSD ($p \leq 0.05$).

Los resultados de las variables de producción por planta fueron más altos en el tratamiento con lombricomposta.

Ilhe *et al.* (2007) mencionan que las enmiendas orgánicas promueven plantas más altas y con mayor número de hojas, lo cual podría deberse a la adecuada disponibilidad de nutrientes (principalmente nitrógeno) y buenas condiciones fisicoquímicas del suelo; situación que se confirma con los datos obtenidos en el presente estudio para ambos cultivos, ya que la lombricomposta empleada contiene altos contenidos de nitrógeno que ayudó al buen desarrollo de las plantas de albahaca.

Cuadro 10. Variables de producción de albahaca (n=5 \pm error estándar)

	Semillas germinadas	# de plantas por UE	Talla promedio cm	# de hojas por plata promedio	Área foliar promedio cm^2	Tamaño de hoja cm^2
Con lombricomposta	19.4 \pm 1.34	19.4 \pm 1.34	42.02 \pm 12.01	85.68 \pm 7.55	23.45 \pm 6.45	19.6 \pm 0.64
Sin lombricomposta	14.75 \pm 6.70	14.75 \pm 6.70	27.85 \pm 13.20	24.34 \pm 11.74	17.3 \pm 7.99	10.32 \pm 0.27

#=numero

El crecimiento de plantas de albahaca fue mayor cuando se utilizó lombricompostado, probablemente por la mayor concentración de materia orgánica, nutrientes y fitohormonas (Bityuski *et al.* 1998), además de otras propiedades determinadas por la presencia de la microflora bacteriana, hongos y actinomicetos. La importancia de la materia orgánica radica en que regula el tamaño y actividad de las poblaciones

microbianas ya que es fuente de carbono y nutrientes y mantiene la aireación y humedad (Mazzarino *et al.* 2007).

En líneas generales, los tratamientos con lombricomposta se observaron mejores resultados que en los tratamientos sin lombricomposta. El mayor crecimiento de la parte aérea cuando se utilizan lombricompostos coincide con lo observado en plantas de hortalizas de hojas y repollos (Ullé *et al.* 2000); ya que menciona que el uso de compost como sustrato en un 100 % mejora el tamaño de las hojas y el tamaño de las plantas.

5.3. Temperatura.

Otro factor importante en el cultivo de estas dos especies es la temperatura ya que el cilantro requiere un clima templado, y aunque puede tolerar un clima templado-cálido, éste experimenta una notable disminución del rendimiento, mientras que la albahaca tiene una temperatura óptima de 20 a 25 °C ya que no tolera el frío (Argueta y Cano, 1994).

Durante el proceso se registraron temperaturas de 18°C mínima a 28°C como máxima con HR del 21% a 66% como mínima y máxima respectivamente; estando en un rango aceptable para ambos cultivos.

Además otro factor que no fue considerado fue el fotoperiodo pero importante ya que en combinación con la buena disponibilidad de agua y minerales además de una temperatura adecuada determina la tasa de fotosíntesis y respiración.

5.4. Obtención de semilla orgánica.

Al finalizar los cultivos se extrajeron las semillas. Para el caso del cilantro en el tratamiento con lombricomposta se obtuvieron 23.2 gramos y en tratamiento sin lombricomposta 7.5 gramos; ya que en la lombricomposta intervienen las características físicas: porosidad, densidad, estructura y granulación, en los químicos influye el pH y en los biológicos los microorganismos que realizan la descomposición de la materia orgánica, además esta variable en gran medida va a depender de la viabilidad de la semilla (Simbaña, 2012).

El abono orgánico tiene respuesta a mediano y largo plazo, se considera que para la germinación los factores que van a influir son temperatura, humedad intercambio gaseoso y profundidad de siembra (Simbaña, 2012).

Para la albahaca en el tratamiento con lombricomposta se obtuvieron 10.2 gramos de semillas y en el tratamiento sin lombricomposta 3.7 gramos; lo que nos señala que la composta es un sustrato adecuado para la obtención de semilla además de que son semillas totalmente orgánicas. Gómez *et al.* (2008 b) menciona que obtuvo mayor rendimiento en granos de frijol al colocar fertilizante orgánico esto debido tal vez a la buena disposición de fósforo, ya que ayuda a la floración y formación de semillas en las plantas.

5.5. Análisis de costos.

El manejo de la lombricomposta como sustrato muestra mayor efectividad que en el sistema tradicional (tierra). Esto queda evidenciado con el mejoramiento de las variables, aumentando la producción en el sistema biointensivo, debido a la mayor densidad de plantas por metro cuadrado. La inversión inicial para el tratamiento con lombricomposta fue de \$86.80 pesos y para el tratamiento con tierra de \$177.08 pesos por metro cuadrado como se muestra en el cuadro 11.

Cuadro 11. Costo de producción por metro cuadrado en pesos mexicanos de los sistemas de cultivo. Tomando en cuenta un salario mínimo de un jornal de 8 horas \$51.95 pesos. Y \$110 m² terreno zona rural.

	Sustratos	Material			Inversión M ²	Inversión total 14.4 m ²
	Elaboración	Semilla	Insumo	Mano de obra (2 meses)		
Lombricomposta	\$142.00	\$10.00	\$98.00	\$1000.00	\$86.80	\$1250.00
Tierra	\$1540	\$10.00	\$98.00	\$1000.00	\$177.08	\$2550.00

El cuadro 12 muestra las ganancias de la venta de los productos hortícolas a precio normal, y los productos orgánicos \$5 pesos más al del cultivo tradicional. Se puede observar en el cultivo biointensivo cómo las ganancias netas son más altas \$1187 pesos, mientras que en el sistema tradicional se observan pérdidas de \$1630 pesos.

Si este comportamiento se proyecta a un segundo ciclo, las ganancias del sistema biointensivo se incrementarían debido a que ya no se gastaría en semillas e insumos mientras que en el sistema tradicional sería un gasto continuo.

Cuadro 12. Ganancias netas (14 metros cuadrados) en pesos mexicanos del cultivo con lombricomposta y el cultivo tradicional (tierra).

		Lombricomposta	Tierra
Hortalizas cosechadas.	Cilantro	\$915	\$580
	Albahaca	\$1530	\$340
	Total	\$2445	\$920
Inversión		\$1250.00	\$2550.00
Ganancia neta		\$1187	\$-1630

De acuerdo con lo anterior es necesario realizar una mayor inversión en los sistemas orgánicos, ya que hay un incremento en el uso de material; no obstante, el sistema orgánico presenta un rendimiento más alto en términos de las variables de producción analizadas y número de plantas, lo cual demuestra que la producción orgánica es rentable.

Lo anterior es de suma importancia ya que la producción fue aceptable, se observó que las plantas orgánicas tenían más posibilidad de venta por el color llamativo y tamaño de las hojas; sin embargo para la venta como productos orgánicos es necesaria una certificación, la cual no es una opción muy viable debido a los altos costos y a los complicados trámites lo cual justifica los costos elevados de tales productos. Pérez (2007) señala una gran dificultad de los productores para la certificación orgánica, además de que lo consideran innecesario puesto que representa un gasto extra para los productores. No obstante en México existe la posibilidad para algunos productores en la "Red Mexicana de Tianguis y Mercados Orgánicos AC" que tiene como objetivo promover el intercambio directo entre productores y consumidores mediante la certificación participativa al tener en cuenta que los precios en centros de comercio varían mucho de un lugar a otro y muchas veces nos son certificados y los venden como tal.

6. Conclusiones

Al evaluar los efectos de la lombricomposta en las variables de producción en ambos cultivos (*Coriandrum sativum*) y (*Ocimum basilicum*) se concluye que:

- Se obtiene con mayor rapidez un mayor número de semillas germinadas, plantas más altas, con más hojas, hojas más grandes y con mayor cobertura; esto asociado a los niveles elevados de nitrógeno fosforo y materia orgánica de la lombricomposta.
- El uso de la lombricomposta en el cultivo del cilantro y la albahaca permite aumentar las variables de producción analizadas, lo que genera un cambio importante en la producción y mejores posibilidades de comercialización; por lo puede utilizarse como sustrato para el desarrollo de especies vegetales en invernaderos, ya que es un abono orgánico de alta calidad que cumple con la NMX-FF-109-SCFI-2007 y que permite remplazar a los fertilizantes sintéticos.

7. Bibliografía

- ACERCA, 2013. Reporte diario de precios nacionales de hortalizas en el D.F. Con datos del SNIIM. DGOF. SAGARPA. www.infoaserca.gob.mx/hortnal.asp?en=df 17:45
- Altamirano, Q.M.T., Aparicio, R. A. 2002. Efecto de la lombricomposta como sustrato alternativo en la germinación y crecimiento inicial de *Pinus oaxacana mirov.* y *Pinus rudis endl.* Foresta veracruzana. 4:001. Universidad veracruzana. Xalapa, México. 35-45 pp.
- Argueta, V. A., Cano, A. L. M. 1994. Atlas de plantas medicinales de México. Tomo 1. 2da ed. Instituto nacional indigenista. 86-87, 443-444pp.
- Andrade, E. E. H. 2012. Efectos a la aplicación de tres niveles de fertilización orgánica en la producción de Cilantro (*Coriandrum sativum* L.) en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. Universidad Técnica De Babahoyo. Facultad De Ciencias Agropecuarias. Escuela De Ingeniería Agronómica. Tesis De Grado. 70pp
- Bellapart, V. C. 1995. Nueva agricultura biológica en equilibrio con la agricultura química. Ediciones mundi-prensa. 155-167, 215-252 pp.
- Bityuski, N, Lukina E, Patsevich V, Solov'eva A, Stepanova T & Nadporozhskaya M. 1998. The effect of Works on the transformation of organic substrates and the soil nutrition of plants. Eurasian Soil Science, 31 (3): 281-287
- Calozuma A. E.E., Apolo A. K. V., Castillo R. K. L. 2012. Estudio de factibilidad para la creación de la micro-empresa dedicada a elaboración y comercialización de abono orgánico en el cantón de marcabelí. Universidad técnica de Machala. Facultad de ciencias empresariales. Tesis ingeniero comercial. El oro - Ecuador. 156pp.
- Castillo, A. E., Quarin, S. H., Iglesias. M.C. 1999. Caracterización química-física de compost de lombrices elaborados a partir de residuos orgánicos puros y combinados. Universidad Nacional del Noreste. Argentina. 8pp.

- Barroso, L., Jerez, E. 2000. Comportamiento de las relaciones hídricas en la albahaca blanca (*Ocimum basilicum* L.) al ser irrigadas con diferentes volúmenes de agua. Cultivos Tropicales (INCA). Cuba 21(3) 57-59
- Bellapart, V. C. 1995. Nueva agricultura biológica en equilibrio con la agricultura química. Ediciones mundi-prensa. 155-167, 215-252 pp.
- Cabanillas, C., Ledesma, A., Stobbia, D. 2003. Residuos sólidos agropecuarios y agro-industriales reutilizados como biofertilizantes alternativos a la aplicación de urea en la producción de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) variedad Catamarca Inta (Hoja Ancha). Argentina. 1-15pp.
- Capulín, G. J., Núñez E. R., Sánchez, G.P., Martínez, G. A. Soto, H. M. 2005. Producción de jitomate con estiércol líquido de bovino, acidulado con ácidos orgánicos e inorgánicos. México. TERRA Latinoamericana (23) 2. 241-247
- De la Cruz R. R. A. 2001. Aprovechamiento de residuos orgánicos a través de composteo y lombricomposteo. Departamento de Fitomejoramiento. U.A.A.A.N. 22-26pp.
- Domínguez, J., Aira, M., Gómez- Brandon, M. 2009. El papel de las lombrices de tierra en la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes. Ecosistemas 18 (2): 20-31.
- Escalona, A. M. A. 2000. Guía para la comprensión de los lineamientos técnicos para la operación orgánica. Hortalizas orgánicas. México. DF. 1-53pp.
- Ferruzzi, C. 1994. Manual de Lombricultura. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 138 pág.
- Gómez, R., Schwentesius, R.R., Ortigoza, A., Gómez, C. M. A. 2008 a. Datos básicos de la agricultura orgánica en México. Universidad Autónoma de Chapingo, Texcoco, México. 60 Pág.
- Gómez, R., Lázaro, J. G., León, N. JA. 2008 b. Producción de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y rábano (*Rhbanus sativus*) En huertos bio-intensivos en el trópico húmedo de Tabasco. 24(1):11-20

- Gómez, T. L., Gómez, C. M. A., Schwentesius, R. R. 2002. "Las Perspectivas de la Agricultura Orgánica en México". CIESTAAM-UACH.
- Hand, P., Hayes, W.A. 1988. The Vermicomposting of Cow Slurry. In: C.A. Edwards and E.F Neuhauser (Editors), Earthworms in Organic Waste. 199-209pp.
- _Hydroenviroment. 2013.
www.hydroenv.com.mx/catalogo/indexphp?main_page=page&id=8.
 4 de marzo de 2013
- Ilhe, R., Sulanke, A., Dhumal, S., Ilhe, B., Kshirsagar, D. 2007. Effect of organic manures and inorganic fertilizers on growth and yield of green pea (*Pisum sativum* L.) Asian Journal of Soils Science. 2(2):153-155.
- INEGI. 2009. México en cifras. Información nacional por entidad federativa y municipios. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx>
 21 de agosto de 2012.
- Márquez, H. C., Cano, R. P., Chew, M I. y., Moreno, R. R., Rodríguez, D. N. 2006. Sustratos en la producción orgánica de tomate. Chapingo Serie Horticultura 12(2): 183-189
- May, J. T. 1985. Chapter 7- seeding growth and development. Southem pine nursery Handbook. USDA. Forest service southem región. 7-16pp.
- Méndez, R. 2008. Cultivos orgánicos. Su control biológico en plantas medicinales y aromáticas. 2da ed. Ed. Ecoe. Bogotá. 2, 44, 93pp.
- Monsalve, J., Escobar, R., Acevedo, M., Sánchez, M., Coopman, R. 2009. Efecto de la concentración de nitrógeno sobre atributos morfológicos, potencial de crecimiento radical y estatus nutricional en plantas de *Eucalyptus globulus* producidas a raíz cubierta. BOSQUE 30(2): 88-94
- Moreno, A., Cano, P. 2004. La vermicomposta y su potencial para el desarrollo de especies vegetales. Memorias del IV Simposio Nacional de

Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción. Torreón, Coahuila, México. 122- 130.

Muñoz, I. D. J., Mendoza, C. A., López, G. F., Soler, A. A., Hernández, M. M. M. 2012. Edafología. Manual de métodos de análisis de suelo. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. México, D.F. 82pp.

Ndegwa, P.M., Thompson, S.A., 2001. Integrating composting and vermicomposting in the treatment of bioconversion of biosolids. Biores. Technol. Bioresource Technology, (76):2. 107-112

Padmavathiamma, P. K., Li, L. Y., Kumari, U. R. 2007. An experimental study of vermi biowaste composting for agricultural soil improvement. Bioresource Technology. (99): 1672–1681

Pereira de O. K. 2012. Estudio teórico del sistema de comercio de alimentos orgánicos. Seminario de investigación. 65pp.

Pérez, R. 2007. Experiencias de la implementación de proyectos de producción orgánica en hortalizas. Ed. AGRUCO-Pas. Bolivia. 114 pp.

Pineda, J. A. 2006. Lombricultura. Instituto Hondureño del Café. 1a. ed. Tegucigalpa. 38 p.

Romero, L. M del R., Valdovinos, Ch. V., Padilla O. M de L. 2001. Evaluación de calidad de lombricompostas, comparación con norma mexicana. Universidad Autónoma de Chapingo. 7pp.

Rzendowski, J. 1988. Vegetación de México. 4ta ed Ed. Limusa. México, 57,63pp.

SAGARPA. 2012. SENASICA, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. <http://www.senasica.gob.mx/?id=1051> 21 de agosto de 2012.

Salazar, M. J. Aspectos económicos y Medioambientales. En: Urrestarazu, G. M. 2004. Tratado de Cultivos sin suelo. México. 3er edición. Ed. Mundi-prensa. México. 849-855pp.

- SABSA. 2012. Guía general para la interpretación de análisis de suelos. www.sabsa.mx/descargas/solucionessabsa/quiageneralinterpretacionanalisissuelo_1.pdf. 25 de febrero 2013.
- Schuldt, M. 2006. Lombricultura: teoría y practica. Ed. Mundi-prensa. Madrid. 84-8476-296-3pp.
- Simbaña, T.A.E. 2012. Evaluación agronómica del cultivo del cilantro (*Coriandrum sativum* L.), con tres densidades de siembra utilizando fertilización química, fertilización orgánica y sin fertilización en la provincia de Pichincha. Tesis de ingeniero agrónomo. Facultad de ciencias agropecuarias recursos naturales y del ambiente. Ecuador. 143pp.
- Solís, B. 2000. Tópicos selectos de la producción agrícola actual. Lombricultura, una alternativa a la fertilización orgánica de cultivos en México. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Agrícola. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM. 56 pág.
- Sulbarán, K., Toro. 2008. Germinación y crecimiento del cilantro (*Coriandrum sativa*) cultivado en bambú (*Bambusa Arundinaria*). Fundación La Salle. Revista Científica Juvenil. Mérida-Venezuela (7):45-48.
- Toral, F. J. R., Pérez, G. A., Carreón, A. J., Martínez, R. J. L., Rodríguez, R. R., Casas, S. J. F. 2005. Niveles de fertilización orgánica mediante vermicomposta en el cultivo de la Jamaica. En: Avances en la Investigación Científica en el CUCBA. México. DF. 1-5pp.
- Ullé J, Ponso S, Ré L & Pernuzzi M. 2000. Evaluación de plantines de hortalizas de hojas y repollos, provenientes de dos volúmenes de contenedor y tres mezclas de sustratos, para su trasplante a campo. Horticultura Orgánica. Jornada de Capacitación. INTA San Pedro. San Pedro, Argentina: 21-26
- Vega, M. G., Escandón, C. M., Soto, R., Mendoza, A. 2012. Instructivo técnico del cultivo de la albahaca (*Ocimum Basilicum* L). Estación Experimental De Aceites Esenciales. Unión De Jabonería Y Perfumería .Suchel. Industria Ligera. Cuba. 1-4pp.

8. Anexos

8.1. Estadísticos

Cuadro 13. Comparación de medias de las variables de producción (germinación = número de semillas germinadas del último día) de dos especies, cilantro (*Coriandrum sativum*, L. variedad Pakistán) y albahaca (*Ocimum basilicum* L. variedad Italiana).

Factor	germinación	altura (cm)				número de hojas	área de la hoja (cm ²)	cobertura (cm ²)
		sem1	sem3	sem5	sem7			
Lombricomposta								
sin	13.10 b	4.19 b	7.26 b	17.37 b	25.10 b	28.40 b	8.00 b	18.40 b
con	17.70 a	5.43 a	12.05 a	22.14 a	36.39 a	72.20 a	14.70 a	25.30 a
DMS	4.39	0.64	0.95	1.78	3.20	8.62	0.49	5.31
Especie								
A	17.50 a	2.04 b	5.09 b	13.66 b	25.68 b	55.50 a	15.00 a	21.30 a
C	13.30 a	8.65 a	16.45 a	28.61 a	39.30 a	45.10 b	7.70 b	22.40 a
DMS	4.39	0.64	0.95	1.78	3.20	8.62	0.49	5.31
L*E								
sin/A	15.60 ab	1.12 c	2.78 d	11.70 d	17.89 c	25.40 c	10.40 b	19.00 b
sin/C	10.60 b	8.21 a	13.21 b	25.01 b	34.81 b	31.40 c	5.60 c	17.80 b
con/A	19.40 a	2.73 b	6.82 c	15.16 c	31.63 b	85.60 a	19.60 a	23.60 ab
con/C	16.00 ab	8.97 a	18.82 a	31.28 a	42.63 a	58.80 b	9.80 b	27.00 a
DMS	6.21	0.91	1.36	2.54	4.58	12.19	0.70	7.51

Letras diferentes indican diferencias significativas según LSD ($p \leq 0.05$).

8.2. Fotográfico



Fotografía 1 área de cultivo



Fotografía 2 lombricomposta



Fotografía 3 germinado albahaca con lombricomposta



Fotografía 4 germinado albahaca sin lombricomposta



Fotografía 5 germinado cilantro sin lombricomposta



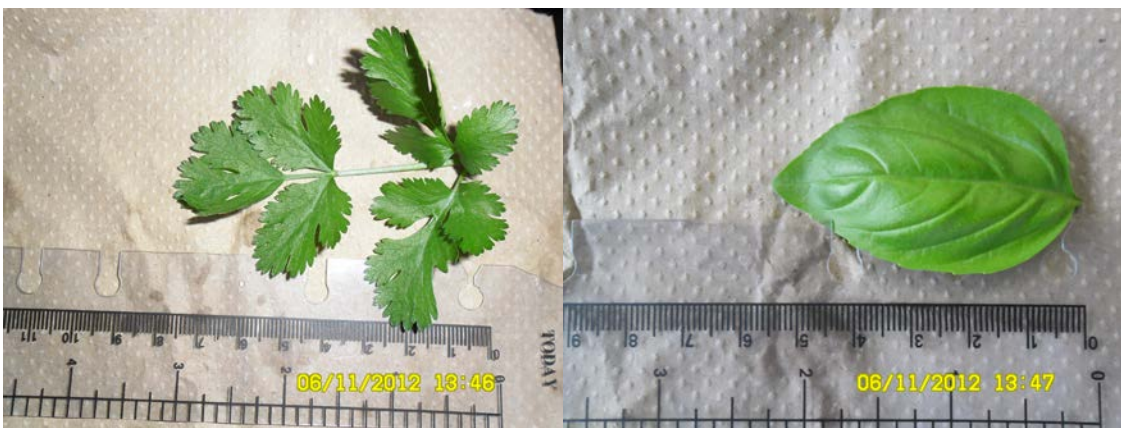
Fotografía 6 germinado cilantro con lombricomposta



Fotografía 7 cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum* L. variedad Italiana) en lombricomposta



Fotografía 8 cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum*, L. variedad Pakistán) en lombricomposta



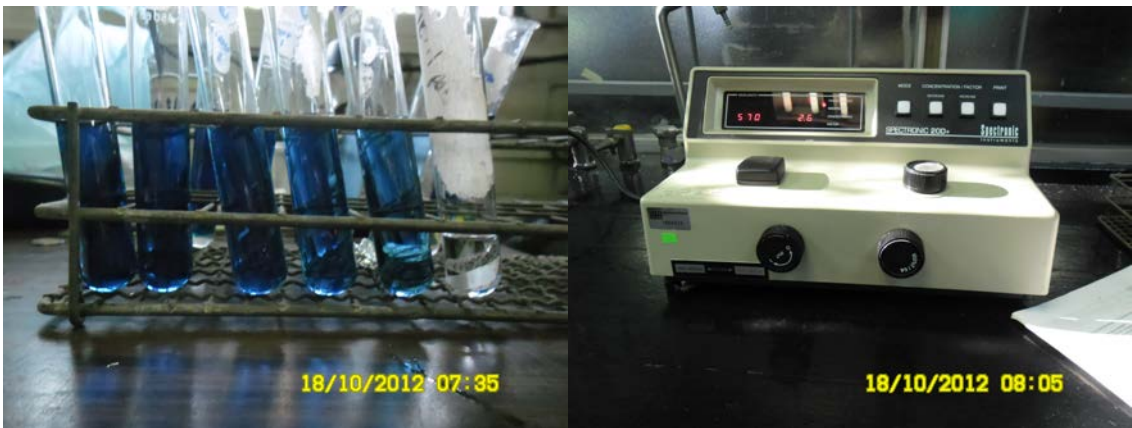
Fotografía 9 hojas de cilantro y albahaca sin lombricomposta



Fotografía 10 hojas de cilantro y albahaca con lombricomposta



Fotografía 11 comparación de hojas de albahaca y cilantro en los tratamientos con y sin lombricomposta



Fotografía 12 cuantificación de fosforo total



Fotografía 13 cuantificación de nitrógeno total por Kjeldahl