

Rendimiento de lechuga utilizando lombrihumus de estiércol de vaca, cabra y cerdo

Marco Vinicio Sevilla Mendoza

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2011

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Rendimiento de lechuga utilizando lombrihumus de estiércol de vaca, cabra y cerdo

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para
optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por

Marco Vinicio Sevilla Mendoza

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2011

Rendimiento de lechuga utilizando lombrihumus de estiércol de vaca, cabra y cerdo

Presentado por

Marco Vinicio Sevilla Mendoza

Aprobado:

Alejandra Sierra, M.Sc.
Asesor Principal

Abel Gernat, Ph.D.
Director
Carrera de Ingeniería Agronómica

Jeffery Earl Pack, D.P.M.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

RESUMEN

Sevilla Mendoza, M. V. 2011. Rendimiento de lechuga utilizando lombrihumus de estiércol de vaca, cabra y cerdo. Proyecto especial de graduación para el programa de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 13 p.

El lombrihumus es el resultado de la digestión del alimento proporcionado a la lombriz, que agregado al suelo ayuda a la nutrición vegetal y mejora las características físicas y químicas del suelo. La incorporación del lombrihumus en los sustratos de cultivo ha demostrado una mejora significativa en el crecimiento de las plantas. Los objetivos del estudio fueron evaluar el porcentaje de mortalidad, porcentaje comercial, peso promedio, rendimiento total, comercial, comercial corregido por hectárea de la lechuga var. Green Star, utilizando siete tratamientos a base de lombrihumus de vaca, cerdo, cabra. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con siete tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento. No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos pero si se observó una diferencia numérica en el estudio. El lombrihumus de cabra obtuvo el mayor porcentaje de lechugas comerciales, peso promedio (149g), los mayores rendimientos totales, comerciales y comerciales corregidos. Se observaron diferencias significativas al analizar el efecto del lombrihumus de cerdo en los tratamientos que lo contenían. El mayor porcentaje de mortalidad, con un valor de 33% se observó en el tratamiento con lombrihumus de cabra con la adicción de lombrihumus de cerdo el mayor rendimiento total, comercial y comercial corregido se observó en el tratamiento de lombrihumus de cabra sin cerdo, con valores de 7,179, 6,043 y 7,746 kg/ha respectivamente.

Palabras clave: Fertilización orgánica, liberación lenta, lombriz, orgánico.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
4. CONCLUSIONES	9
5. RECOMENDACIONES	10
6. LITERATURA CITADA.....	11

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros	Página
1. Composición de diferentes lombrihumus evaluados para la producción de lechuga var. Green Star en Zamorano, Honduras.....	3
2. Contenido de nutrientes de los estiércoles utilizados en la elaboración del lombrihumus para la fertilización de lechuga var. Green Star en Zamorano, Honduras.....	4
3. Porcentaje de mortalidad (M), lechuga comercial (LC), peso promedio (PP), rendimiento total, rendimiento comercial y rendimiento comercial corregido (CC) por hectárea de lechuga al aplicar tratamientos a base de lombrihumus de vaca, cabra y cerdo en Zamorano, Honduras.....	7
4. Porcentaje de mortalidad (M), lechuga comercial (LC), peso promedio (PP), rendimiento total, rendimiento comercial y rendimiento comercial corregido (CC) por hectárea de lechuga en presencia de lombrihumus de cabra con y sin adición de lombrihumus de cerdo.....	8
5. Porcentaje de mortalidad (M), lechuga comercial (LC), peso promedio (PP), rendimiento total, rendimiento comercial y rendimiento comercial corregido (CC) por hectárea de lechuga en presencia de lombrihumus de vaca con y sin adición de lombrihumus de cerdo y cabra.....	8

1. INTRODUCCIÓN

La lombricultura se refiere a las diversas operaciones relacionadas con la cría y producción de lombrices y la transformación por medio de estas en sub-productos orgánicos como estiércoles animales y otros desechos orgánicos en fertilizantes (Albán *et al.* 2002). Se estima que existen más de 8500 especies de lombrices, de las cuales la más conocida es la lombriz de tierra (*Lumbricus terrestris*). Sin embargo, para el reciclaje de desechos orgánicos se utilizan las que poseen alta voracidad, alta capacidad reproductiva, que son fáciles de trabajar y con capacidad para adaptarse a condiciones adversas. Las especies más utilizadas en la lombricultura, que presentan las características mencionadas son *Eisenia andrei*, *Eisenia foetida* (Lombriz Roja Californiana), especies utilizadas en el 80% de los criaderos a nivel mundial (SAGARPA 2011).

El lombrihumus es el resultado de la digestión del alimento proporcionado a la lombriz (Miller y Donahue 1995) que agregado al suelo ayuda a la nutrición vegetal y mejora las características físicas y químicas del mismo (Brandy y Well 1999). Se calcula que el lombrihumus tiene una flora bacteriana de 20,000 millones de bacterias por gramo seco, y un alto contenido de ácidos húmicos y fúlvicos, que combinados hacen más asimilables los nutrientes (Aguilera 2009). La incorporación de éste en los sustratos de cultivos ha demostrado mejoras significativas en el crecimiento de las plantas, ya que constituye una fuente de liberación lenta de nutrientes que modifica las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Hidalgo y Harkess 2002).

El lombrihumus mejora las propiedades físicas de los suelos, dando soltura a suelos pesados y compactos y adhiriendo suelos sueltos y arenosos. Por consiguiente mejora la porosidad, permeabilidad y aireación e incrementa la capacidad de retención de nutrientes. En la parte química, mejora la capacidad de intercambio catiónico incrementando la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y azufre; fundamentalmente del nitrógeno a través del lento progreso de mineralización. Además tiene óptimas cantidades de calcio, potasio y otros minerales. Inactiva los residuos de plaguicidas, debido a su capacidad de absorción. En la parte biológica, la materia orgánica es el sustrato y la fuente de energía para la actividad microbiana, ya que posee las condiciones óptimas de aireación, permeabilidad, pH y otros que incrementan y diversifican la flora microbiana (Edwards *et al.* 2004).

La aceleración de la descomposición de la materia orgánica inducida por las lombrices epigeas ha sido aprovechada para la transformación de residuos animales, agrícolas, urbanos e industriales en fertilizantes. Estas lombrices se encargan de fraccionar el sustrato orgánico estimulando la actividad microbiana e incrementando la tasa de mineralización, de forma que el residuo orgánico se transforma rápidamente en un

sustrato humificado, cuya textura y tamaño de partícula es más fina que el compost tradicional (Edwards 1998).

Muchos estudios han evaluado el uso de lombrices para la transformación de estiércoles, desechos sólidos y desechos industriales (Edwards 1998). En el caso de los estiércoles se han realizado estudios con el uso de estiércol de vaca (Loh *et al.* 2005, Mitchell 1997, Castillo *et al.* 2000), cabra (Loh *et al.* 2005, Svendsen y Baker 2002, Doube *et al.* 1997) y cerdo (Aira *et al.* 2002, Dominguez y Edwards 1997).

El estiércol de cerdo es un material muy productivo para el crecimiento de lombriz. Si viene en forma líquida hay que separar los líquidos mecánicamente o por sedimentación. Esos sólidos tienden a tener alto contenido de proteína lo cual puede ocasionar el síndrome protéico. El síndrome protéico ocasiona movimientos rápidos de escape, inflamaciones en la región clitelar, contracciones y abultamiento a lo largo del cuerpo y por último la muerte (Rovesti 2003)

El estiércol de vaca es de fácil manejo, debido a su menor compactación y acidificación, tiende a ser más atractivo para los insectos. Tiene la ventaja de que contiene enzimas que ayudan a facilitar la acción bacterial al pasar por el tracto digestivo de la lombriz. Su contenido de nitrógeno depende del tipo de alimentación suministrado a los animales, ya sea forrajes, mezcla con leguminosas o con complemento a base de concentrados, oscilando entre 1 y 2%. Adicionalmente contiene vitaminas, antibióticos que ayudan al crecimiento de la lombriz y son una excelente fuente de alimentación.

El estiércol de cabra al igual que el estiércol de vaca, presenta condiciones óptimas para ser utilizado en alimentación de lombrices, tanto por su contenido de nitrógeno, como de minerales y vitaminas y baja acidez. Estos estiércoles presentan su fácil manejo y acarreo, debido a su condición textural sólida y poca humedad (Hernández 2002).

Las fuentes de nutrientes utilizando bases orgánicas son una alternativa para proporcionar nutrición a las plantas. Además existe evidencia que el lombrihumus tiene influencia en el crecimiento y productividad de las plantas (Edwards 1998). Aplicaciones de lombrihumus en huertos y plantaciones ornamentales y medicinales han dado buenos resultados a productores. Con su utilización en parcelas de maíz y frijol obtuvieron mejores rendimientos en comparación a parcelas con tratamientos a base de fertilizantes sintéticos (Muñoz 2006). El uso óptimo de lombrihumus incrementa la producción y disminuye los costos al reducir la utilización de fertilizantes sintéticos. Martinez *et al.* (2006) comparó la utilización de biosólidos con una mezcla de turba, bocashi y lombrihumus en la fertilización de tomate. Se obtuvo las mayores alturas, número de hojas y un mejor rendimiento con este último tratamiento.

Pocos estudios han evaluado el uso de lombrihumus de diferentes orígenes (vaca, cabra y cerdo) sobre la producción de lechuga en sistemas orgánicos. El objetivo del estudio fue evaluar el porcentaje de mortalidad, porcentaje comercial, peso promedio, el rendimiento total, rendimiento comercial y rendimiento comercial corregido por hectárea de la lechuga var. Green Star, utilizando seis tratamientos a base de lombrihumus de vaca, cerdo y cabra y sus combinaciones; comparados con un testigo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante los meses de mayo a julio en el lote cinco la unidad de Agricultura Orgánica de la Escuela Agrícola Panamericana, localizada a 32 km al Sureste de Tegucigalpa, a una altura de 800 msnm, con una temperatura promedio anual de 24°C y una precipitación promedio anual de 1100 mm. El suelo del lote posee una textura franco arcillo arenoso.

Diseño experimental. Se evaluaron seis tipos de lombrihumus obtenidos de la descomposición del estiércol de vaca, cerdo y cabra y la combinación de los mismos por las lombrices *Eisenia foetida* (Cuadro 1). Los tratamientos fueron comparados con un testigo (bocashi). Para la preparación de los tratamientos se utilizó 14.54 kg de estiércol crudo y 2500 lombrices. Tanto las lombrices como los estiércoles se mantuvieron en recipientes por un periodo de tres meses, en los cuales se aplicó riego periódico para mantener la humedad entre 70 a 80%.

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con siete tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento, para un total de 28 unidades experimentales. Cada unidad experimental consistió en 70 plantas sembradas en una cama de (7 × 1 m) en dos hileras separadas a (30 × 20 cm).

Cuadro 1. Composición de diferentes lombrihumus evaluados para la producción de lechuga var. Green Star en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Proporción de estiércol en el lombrihumus (%)		
	Vaca	Cabra	Cerdo
Vaca	100	-	-
Cabra	-	100	-
Vaca+Cabra	50	50	-
Vaca+Cerdo	50	-	50
Cabra+Cerdo	-	50	50
Vaca+Cabra+Cerdo	33.3	33.3	33.4

Análisis de muestras. Las muestras de los estiércoles utilizados para la preparación del lombrihumus fueron enviadas al Laboratorio de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana para determinar el contenido de nutrientes (Cuadro 2). El nitrógeno fue medido utilizando el método de Kjeldahl. Potasio, calcio y magnesio fueron extraídos mediante digestión húmeda con ácido sulfúrico y peróxido de hidrógeno determinado por absorción atómica y por colorimetría para el de fósforo (Gauggel 2009).

El estiércol crudo de cerdo tuvo los mayores contenidos de nitrógeno, fósforo y magnesio; esto debido al alto contenido de estos elementos en su dieta. El estiércol de cabra presentó el mayor contenido de potasio como efecto que la cabra consume mayormente pastos lignificados y hojas ancha que son ricos en este nutriente. No se realizó el análisis químico de las muestras de lombrihumus después de los tres meses de descomposición por problemas logísticos.

Cuadro 2. Contenido de nutrientes de los estiércoles utilizados en la elaboración del lombrihumus para la fertilización de lechuga var. Green Star en Zamorano, Honduras.

Estiércol	Total en base seca (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
Vaca	1.8	1.0	1.7	1.1	0.6
Cerdo	3.1	5.3	1.0	1.3	1.9
Cabra	1.2	0.6	1.9	1.0	0.3
Vaca+Cerdo	2.5	3.0	1.3	3.9	1.3
Vaca+Cabra	1.6	0.9	2.0	1.4	0.4
Cabra+Cerdo	2.1	2.5	1.8	3.6	1.0
Vaca+Cabra+Cerdo	1.9	2.2	1.6	3.0	0.9

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.

Siembra y práctica de cultivo. Se sembró la variedad de lechuga de hoja Green Star en bandejas con un medio de crecimiento compuesto de 1/3 tierra, 1/3 bocashi y 1/3 compost. Las bandejas se mantuvieron en el invernadero de plántulas de la unidad de Agricultura Orgánica con riego diario hasta el día del trasplante, el cual se realizó 20 días después de la siembra.

Una semana previa al trasplante, cada unidad experimental fue fertilizada con 8.18 kg de bocashi incorporados al suelo. Al momento del trasplante se aplicó 100 g del tratamiento por postura y se instaló un sistema de riego por goteo. A lo largo del ciclo de cultivo se realizó desmalezado de cada unidad experimental según fue necesario acompañado de monitoreo para observar la presencia de plagas y enfermedades.

Variables medidas. Al final del ciclo del cultivo se midió mortalidad, rendimiento (total, comercial y comercial corregido por hectárea). El rendimiento total se obtuvo al pesar el total de biomasa en kilogramos producida por tratamiento. El rendimiento comercial se obtuvo al restar la biomasa en kilogramos de lechugas floreadas del rendimiento total. El rendimiento comercial corregido por hectárea se calculó corrigiendo por la mortalidad de lechugas ocasionada por un ataque de zompopos (*Atta.spp.*). Se consideró como lechuga comercial todas las lechugas no floreadas. La cosecha de las lechugas se realizó los días 53, 56 y 59 para darle a éstas la oportunidad de alcanzar su punto de cosecha.

Análisis estadístico. Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza usando un Modelo Lineal General (GLM) y utilizando el programa Statistical Analysis System (SAS[®], 2009, v9.1). Las medias fueron separadas mediante el método Duncan con un nivel de significancia de ($P \leq 0.05$).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observaron diferencias significativas entre los siete tratamientos del estudio en porcentaje de mortalidad, porcentaje de lechuga comercial y peso promedio. Sin embargo, se observa una tendencia numérica donde los tratamientos con lombrihumus de vaca y cerdo (Vaca+Cabra+Cerdo, Vaca, Vaca+Cerdo) presentaron los mayores porcentajes de mortalidad (40%, 34% y 29%, respectivamente) (Cuadro 3).

De igual manera, no se observaron diferencias significativas entre los siete tratamientos del estudio en el rendimiento total, comercial y comercial corregido. El rendimiento total, en kg/ha, presentó valores entre 4,481 y 7,392. El rendimiento comercial, en kg/ha, presentó valores entre 4,057 y 6,276. El rendimiento comercial corregido, en kg/ha, presentó valores entre 5,751 y 8,445 (Cuadro 3). El rendimiento comercial corregido se calculó para excluir el efecto de la mortalidad causada por zompopos (*Atta* spp.) y factores ajenos a los tratamientos.

Las diferencias no significativas que se presentaron en el porcentaje de mortalidad, porcentaje de lechuga comercial, peso promedio, rendimiento total en kg/ha, rendimiento comercial en kg/ha y rendimiento comercial corregido en kg/ha, se puede atribuir a que los tratamientos no aportaron los nutrientes suficientes para un óptimo desarrollo de la planta. De acuerdo a Lardizábal y Medlicott (2010), las temperaturas ideales para el cultivo de lechuga oscilan entre 20 a 24°C. Durante el estudio se alcanzaron altas temperaturas las cuales pudieron afectar el desarrollo del cultivo. En cuanto al peso promedio por planta los resultados son bajos considerando que el peso promedio de comercialización para la lechuga de hoja es de 320g por bolsa y para poder cumplir con este requerimiento se tendría que colocar más de una lechuga por bolsa.

A pesar de no presentar diferencias significativas, los tratamientos presentan tendencias numéricas, donde los tratamientos que incluían lombrihumus de cerdo presentaron los menores porcentajes de lechuga comercial, peso promedio, rendimiento total, rendimiento comercial y rendimiento comercial corregido; así también, presentaron la mayor mortalidad. A pesar de no presentarse diferencias significativas, el tratamiento de lombrihumus de cabra presentó el mayor porcentaje de lechuga comercial, el mayor peso promedio y los mayores rendimientos (total, comercial y comercial corregido). Estos resultados fueron similares a los obtenidos por Salinas *et al.* (2007) cuyo tratamiento a base de compost y estiércol de cabra en lechuga obtuvo un mayor rendimiento en comparación con los demás tratamientos estudiados.

Cuadro 3. Porcentaje de mortalidad (M), lechuga comercial (LC), peso promedio (PP), rendimiento total, rendimiento comercial y rendimiento comercial corregido (CC) por hectárea de lechuga al aplicar tratamientos a base de lombrihumus de vaca, cabra y cerdo en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	M (%)	LC (%)	PP (g)	Rendimiento (Kg/ha)		
				Total	Comercial	CC
Vaca	34 NS ^y	81 NS	108 NS	5,193 NS	4,057 NS	6,021 NS
Cabra	26	86	149	7,392	6,276	8,455
Vaca+Cabra	18	83	120	6,966	5,810	7,036
Vaca+Cerdo	29	82	119	6,019	5,042	7,127
Cabra+Cerdo	25	77	121	6,277	4,784	6,385
Vaca+Cabra+Cerdo	40	85	106	4,481	3,685	6,155
Bocashi	26	83	99	5,152	4,356	5,751
Valor P	0.1529	0.8901	0.3078	0.3115	0.1802	0.3501

^yValores NS en la misma columna no tienen diferencia significativa según la prueba de Duncan al ($P \geq 0.05$).

Se realizó un análisis individual para determinar el efecto de lombrihumus de cerdo mezclado con el lombrihumus de vaca y cabra. Se observaron diferencias significativas al analizar el efecto de la adición de lombrihumus de cerdo sobre los tratamientos que contenían lombrihumus de cabra. El mayor porcentaje de mortalidad, con un valor de 33%, se observó en el tratamiento lombrihumus de cabra con lombrihumus de cerdo. El mayor rendimiento total, comercial y comercial corregido se observó en el tratamiento de lombrihumus de cabra sin cerdo, con valores de 7,179, 6,043 y 7,746 kg/ha respectivamente. No se observaron diferencias significativas en el porcentaje de lechuga comercial y peso promedio (Cuadro4).

Estos resultados se pueden atribuir a que el estiércol de cabra tiene un alto contenido potasio. Según Lardizábal y Medlicott (2010) los requerimientos de potasio para la producción de lechuga son más elevados en comparación con los otros nutrientes, (370 kg/ha de K_2O). El potasio tiene la función de mantener la turgencia de la las células, restringir la evapotranspiración en períodos secos, favorecer la fotosíntesis y la formación de azúcares. Es un elemento importante en la prevención del ataque de plagas y hongos, ya que favorece la formación de celulosa y hemicelulosa; así la epidermis se torna más dura y la planta es menos susceptible a estos ataques (Tisdale y Nelson 1991).

Cuadro 4. Porcentaje de mortalidad (M), lechuga comercial (LC), peso promedio (PP), rendimiento total, rendimiento comercial y rendimiento comercial corregido (CC) por hectárea de lechuga en presencia de lombrihumus de cabra con y sin adición de lombrihumus de cerdo.

Cerdo	M (%)	LC (%)	PP (g)	Rendimiento(Kg/ha)		
				Total	Comercial	CCH
Con	33 a ^ε	81 NS [¥]	114 NS	5379 b	4234 b	6270 b
Sin	22 b	85	134	7179 a	6043 a	7746 a
Valor P	0.0420	0.5040	0.1020	0.0460	0.0141	0.0192

[¥]Valores NS en la misma columna no tienen diferencia significativa según la prueba de Duncan al ($P \geq 0.05$).

^εValores en la misma columna con letras distintas difieren significativamente según la prueba de Duncan al ($P \leq 0.05$).

No se observaron diferencias significativas al analizar el efecto del lombrihumus de vaca con adición de lombrihumus de cerdo y cabra. Sin embargo, se observaron diferencias numéricas, presentando el tratamiento de lombrihumus de vaca la mayor mortalidad, con un valor de 34% (Cuadro 5).

Cuadro 5. Porcentaje de mortalidad (M), lechuga comercial (LC), peso promedio (PP), rendimiento total, rendimiento comercial y rendimiento comercial corregido (CC) por hectárea de lechuga en presencia de lombrihumus de vaca con y sin adición de lombrihumus de cerdo y cabra.

Tratamiento	M (%)	LC (%)	PP (g)	Rendimiento(kg/ha)		
				Total	Comercial	CCH
Vaca	34 NS [¥]	81 NS	108.2 NS	5,193 NS	4,057 NS	6,021 NS
Vaca+Cabra	18	83	119.7	6,966	5,810	7,036
Vaca+Cerdo	29	82	119.1	6,019	5,042	7,127
Vaca+Cabra+Cerdo	40	85	106.3	4,481	3,685	6,155
Valor P	0.1210	0.9330	0.9020	0.4340	0.3060	0.8210

[¥]Valores NS en la misma columna no tienen diferencia significativa según la prueba de Duncan al ($P \geq 0.05$).

4. CONCLUSIONES

- No se presentaron diferencias significativas entre los siete tratamientos al analizar el porcentaje de mortalidad, porcentaje comercial, peso promedio, rendimiento total, rendimiento comercial y rendimiento comercial corregido.
- Se observó que el tratamiento de lombrihumus de cerdo provocaba un efecto detrimental al mezclarlo con el lombrihumus de cabra.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar un análisis de suelo y de los lombrihumus previo a la siembra para conocer el aporte de nutrientes.
- Realizar un análisis económico de la aplicación de cada tratamiento y sus respectivos rendimientos comerciales.
- Bajo las condiciones de este estudio, se recomienda extender el periodo de maduración del estiércol de cerdo antes de ser usado para la producción de lombrihumus y su posterior uso para fertilización en lechuga.
- Realizar el estudio cuando la temperatura promedio sea la adecuada para el desarrollo de la lechuga, 20-24°C.
- Realizar un adecuado control de plagas en lechuga para disminuir el porcentaje de mortalidad.

6. LITERATURA CITADA

- Aguilera, R.A. 2009. Efecto del extracto del humus de lombriz, *Eisenia foetida*, en el desarrollo de la planta de rábano, *Raphanus sativus* (Brassicaceae) y en el control de *Myzus persicae* (Hemíptera: Aphididae) y *Helicoverpa zea* (Lepidóptera: Noctuidae). Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 8p.
- Aira, M., Monroy, F., Domínguez, J. y Mato, S. 2002. How earthworm density affects microbial biomass and activity in pig manure. *European Journal of Soil Biology* 38(1):7-10.
- Albán, A., Marín, V. y Vásquez, V. 2002. Proyecto micro empresarial de humus de lombriz. Provincia de Guayas, Guayaquil, Ecuador. 19, 419 p.
- Brandy, N. y Well, R. 1999. The nature and properties of soils. 12 ed . Prentice Hall. Upper Saddle River. New Jersey, USA. p.430-431
- Castillo, A., Quarín, S. e Iglesias, M. 2000. Vermicompost chemical and physical characterization from raw and mixed organic wastes. *Agricultura Técnica* 60(1):74-79.
- Domínguez, J. y Edwards. C. 1997. Effects of stocking rate and moisture content on the growth and maturation of *Eisenia andrei* (Oligochaeta) in pig manure. *Soil Biology & Biochemistry* 29(3-4):743-746.
- Doube, B., Schmidt, O., Killham, K. y Correll, R. 1997. Influence of mineral soil on the palatability of organic matter for lumbricid earthworms: a simple food preference study. *Soil Biology & Biochemistry* 29(3-4):569-575.
- Edwards, C. 1998. The use of earthworms in the breakdown and management of organic wastes. *Earthworm Ecology*. CRC Press, Boca Raton, FL. 327, 354p.
- Edwards, C., Domínguez, J. y Arancon, N. 2004. The influence of vermicompost on plant growth and pest incidence. *In: Shakir, S.H y Mikhail, W.Z. Soil Zoology for Sustainable Development in the 21st Century*. Self-Publisher, Cairo, Egypt. 397-420 p.
- Gauggel, G. 2009. Manual de Laboratorio de Ciencias de Suelo y Agua. Tercera edición. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. p73.
- Hernández, D. 2002. Lombricultura contra contaminación ambiental. *Ambientico* 1409(106):214-216.

Hidalgo, P. y Harkess, R. 2002. Earthworm castings as a substrate amendment for chrysanthemum production. HortScience December 2002 vol. 37 no. 7, 1035-1039.

Lardizábal, R. y. Medlicott A. 2010. Compendio de Manuales de Producción de Frutas y Hortalizas. La Lima, Cortés, Honduras. 121p.

Loh, T., Lee, Y., Liang, J. y Tan, D. 2005. Vermicomposting of cattle and goat manures by *Eisenia foetida* and their growth and reproduction performance. Bioresource Technology 96(1):111-114.

Martínez, J., Kauffman, M., Talavera, J. y Muñoz, I. 2006. Biosólidos como alternativa para la producción de *Lycopersicum esculentum* y *Capsicum annuum*. In: Varela, G., Garibay, S y Weidmann, G. 2006. 1er Encuentro Latinoamericano y del Caribe de productoras, productores, experimentadores y de investigadores en agricultura orgánica. Universidad Nacional Agraria, Managua Nicaragua. p 109-110.

Miller, R. y Donahue, R. 1995. Soils in our environment. ed. J.V.Miller 7^a ed. Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey. USA. p 205-206.

Mitchell, A. 1997 Production of *Eisenia foetida* and vermicompost from fee-lot cattle manure. 1997. Soil Biology & Biochemistry 29(3-4):763-766.

Muñoz, F. 2006. Experiencia de producción orgánica con lombrihumus en comunidades atendidas por el programa de desarrollo rural. En: Varela, G., Garibay, S. y Weidmann, G. 2006. 1er Encuentro Latinoamericano y del Caribe de productoras, productores, experimentadores y de investigadores en agricultura orgánica. Universidad Nacional Agraria, Managua Nicaragua. p111.

SAS. 2009. Statistical Analysis System. Version 9.1.

Rovesti, L. 2003. Lombricultura. Manual Práctico. CU. 99 p.

Salinas, R., Rojas, L., Sierra, C., Segura, M. y Lao, M. 2007. Evaluación del efecto de dos fuentes y tres dosis de materia orgánica en cultivo de lechuga, manejado bajo producción integrada en Chile. Actas de Horticultura n° 48. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. p 558-561.

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2011. Lombricultura. (En línea). Consultado el 5 de noviembre del 2011. Disponible en:
<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Lombricultura.pdf>.

Svendson, T. y Baker, G. 2002 Survival and growth of *Aporrectodea longa* (Lumbricidae) fed on sheep and cow dung with and without moxidectin residues. Australian Journal of Agricultural Research 53(4):447-451.

Tisdale, S. y W. Nelson. 1991. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Grupo editorial Noriega. Primera Edición México. 82 p.