

Influencia de diferentes sustratos orgánicos en la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*)

Influence of different organic substrates on earthworm (*Eisenia foetida*)

CARLOS LÓPEZ-MÉNDEZ¹, REY DAVID RUELAS-AYALA¹, ROSARIO RAUDEL SAÑUDO-TORRES¹,
CELSO ARMENTA-LOPEZ¹ Y JAIME ALBERTO FÉLIX-HERRÁN^{1,2}

Recibido: Marzo 5, 2013

Aceptado: Agosto 8, 2013

Resumen

La lombricultura aprovecha los residuos orgánicos para obtener productos como el humus, que puede ser usado como fertilizante agrícola o como abono en jardines o huertos familiares. Esta técnica ha tomado gran importancia como una solución más a los problemas de contaminación por residuos orgánicos. El objetivo fue evaluar la influencia de tres diferentes sustratos orgánicos en la adaptación, producción de lombricompost y reproducción de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). Se estudiaron tres mezclas: rastrojo de frijol + estiércol de bovino (T₁), aserrín + estiércol de bovino + inóculo de aserrín-melaza-lactobacilos de suero de leche (T₂) y aserrín + estiércol de bovino (T₃). Cada mezcla por triplicado fue precompostada por 15 días. Terminado este proceso se inició la prueba de aceptación del sustrato o «P50L», que duró 60 días. Al terminar la prueba, se cosecharon los cocones totales y se cuantificaron las lombrices sobrevivientes. Las mezclas de residuos orgánicos se analizaron al momento de iniciar la prueba de la caja, y a los 60 días de haber inoculado las lombrices con la finalidad de analizar sus propiedades físicas, químicas y orgánicas. Los resultados fueron analizados en el paquete estadístico SAS versión 9.0 mediante un diseño completamente al azar y la comparación de medias fue realizada mediante la prueba de rangos múltiples de Tukey (p < 0.05). El T₂: aserrín + estiércol de bovino + inóculo de aserrín-melaza-lactobacilos de suero de leche presentó las mejores características para la adaptación, reproducción de la lombriz roja californiana, así como la mejor calidad del humus en función del contenido de nutrimentos.

Palabras clave: adaptación, reproducción, lombricompost, prueba de aceptación P50L.

Abstract

The vermiculture use organic wastes to obtain products such humus, which can be used as fertilizer in agriculture, or as compost in gardens or vegetable gardens. This technique has become very important as a solution for pollution problems by organic waste. The aim was to evaluate the influence of three different organic substrates in the adaptation, production of vermicomposting and reproduction of earthworms (*Eisenia foetida*). Three mixtures were studied: soybean stubble plus cow manure (T₁), sawdust plus cow manure and inoculum of sawdust-molasses-lactobacilli of whey (T₂) and sawdust plus cow manure (T₃). Each mixture by triplicate was previously composted for 15 days. Finished this process was initiated the acceptance testing or «P50L», which lasted 60 days. After the test, total cocoons were harvested and quantified surviving earthworms. The organic waste mixtures were analyzed at the time of starting the box test, and 60 days after inoculation of earthworms in order to analyze their physical, chemical and organic properties. The results were analyzed in SAS version 9.0 by using a completely randomized design and Comparison of means was performed by the multiple range test of Tukey (p < 0.05). The T₂: sawdust plus cow manure and inoculum of sawdust-molasses-lactobacilli of whey showed the best features for adaptation, reproduction of earthworms, as well as the best quality of humus in terms of nutrient content.

Keywords: adaptation, reproduction, lombricompost, acceptance test P50L.

¹ Universidad Autónoma Indígena de México. Calle Benito Juárez #39, Mochichahui, El Fuerte, Sinaloa. C.P. 81890.

² Dirección electrónica del autor de correspondencia: jfelixherran@yahoo.com.mx.

Actualmente, todos los sectores productivos generan grandes cantidades de residuos orgánicos, como las excretas de animales, los residuos agrícolas, residuos industriales, residuos humanos y lodos residuales. En algunos casos, estos residuos tienen alguna aplicación, pero en la mayoría de los casos no son reutilizados, sino simplemente quemados o arrojados a los basureros, ríos, lagos y océanos sin ningún tratamiento previo; todo esto genera un impacto negativo al ambiente (Oei, 2003).

Una de las alternativas para el tratamiento de estos residuos, es emplearlos como sustratos para criar lombrices, y de esta manera, contribuir a mitigar la contaminación (Pattnaik y Reddy, 2009; Félix-Herrán *et al.*, 2010; Gheisari *et al.*, 2010; Pramanik y Chung, 2010). Este proceso no solo elimina al desecho, sino que del mismo modo se pueden generar ingresos, debido a que la lombriz es utilizada como alimento en la avicultura y piscicultura. Además se puede producir un material útil como abono que pueda ser empleado en los cultivos, huertos familiares o en los jardines de las comunidades rurales y urbanas (Rodríguez-Dimas *et al.*, 2008; Cruz-Lázaro *et al.*, 2010; Hatti *et al.*, 2010).

La lombricultura es una tecnología que utiliza una especie de lombriz domesticada para transformar todo tipo de material orgánico en humus, carne y harina de lombriz, como productos finales (Morales-Munguía, 2009). En general, se conocen alrededor de 3000 especies de lombrices, sin embargo, la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) es de las más usadas en la lombricultura debido a su rusticidad, tolerancia a los factores ambientales, alta tasa de crecimiento, alta eficiencia productiva y a su fácil manejo (Guadarrama y Taboada, 2004; Gheisari *et al.*, 2010). En los últimos años, esta técnica ha tomado gran importancia como una solución más a los problemas de los residuos orgánicos, y en base a esto han surgido trabajos encaminados a estudiar el efecto de diferentes tipos de residuos orgánicos en el desarrollo de la lombriz y en la producción de lombricompost. Entre estos residuos se encuentran los desechos de animales como las excretas vacunas, gallinaza, porcínaza y equínaza (Morales-

Munguía, 2009); los sólidos municipales y residuos domésticos (Duran y Henríquez, 2009; Gheisari *et al.*, 2010); los residuos agroforestales como la broza de café, residuos de banano, restos de follaje ornamentales, aserrín y residuos de pastos (Duran y Henríquez, 2009; Hernández-Rodríguez *et al.*, 2009). Debido a esta gran diversidad de materia orgánica que se genera y que puede emplearse como sustrato, es de esperarse que haya variación en las propiedades del humus y en el desarrollo y reproducción de la lombriz, por lo que el objetivo de la presente investigación fue evaluar la influencia de tres diferentes sustratos orgánicos en la adaptación, producción de lombricompost y reproducción de la lombriz roja californiana.

Materiales y Métodos

Precompostaje de la materia orgánica.

Se evaluaron tres mezclas de sustratos: 1) rastrojo de frijol (planta y vaina secas) con estiércol de bovino (1:1 p/p), con una relación C/N de 29.37/1; 2) aserrín con estiércol de bovino más un inóculo de aserrín-melaza-lactobacilos de suero de leche (1:1:0.5 p/p), con una relación C/N de 130.20/1; y 3) aserrín con estiércol de bovino (1:1 p/p), con una relación C/N de 151.25/1. El inóculo de aserrín-melaza-lactobacilos de suero de leche se preparó en un recipiente de 20 L mezclando melaza y aserrín en relación 1:1 v/v. Como fuente de microorganismos se agregaron 500 mL de suero de leche y 10 L de H₂O. La mezcla se agitó manualmente y en el tapón del recipiente se le colocó el candado de fermentación (consiste en colocar una manguera de hule en un tapón horadado), dejándose en reposo por cinco días. Todas las mezclas de sustratos fueron sometidas a precompostaje por

15 días. Este consistió en formar camas de compostaje de 50 cm de altura por triplicado que fueron cubiertas con bolsas de plástico negro para reducir la pérdida de agua. El riego de las camas de compostaje fue cada tres días con la finalidad de mantener la capa externa húmeda y que la temperatura no sobrepasara los 50 °C. El registro de la temperatura inició al tercer día y los volteos fueron cada 15 días a través de traspaleos en forma manual (Cooperband, 2000).

Prueba de aceptación del sustrato o «P50L».

Consistió en colocar 50 lombrices adultas en un caja de madera de 61 x 36.7 x 34.5 cm de largo, ancho y alto respectivamente, con 20 kg de sustrato en peso seco precompostado. A los 60 días después de la inoculación se cuantificaron las lombrices y los cocones producidos (Schuldt *et al.*, 2005).

Análisis del sustrato.

El análisis fisicoquímico (Cuadro 1) de los sustratos se llevó a cabo en el laboratorio de suelos del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral regional del Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR-IPN, Unidad Sinaloa). De cada sustrato se tomó 1 kg de muestra y se tamizó con una abertura de malla de > 5 mm. Una muestra se tomó al momento de iniciar la prueba de la caja, y una segunda a los 60 días de haber inoculado las lombrices. La acidez (pH) y la conductividad eléctrica (CE) en extracto de pasta saturada, relación 1:5 Suelo-Agua se determinaron con el método AS-02 (NOM-021-RECNAT-2000). Las mediciones de pH y CE se obtuvieron con un potenciómetro Orion Modelo 230A. El fósforo extractable total se obtuvo siguiendo el método AS-10 (NOM-021-RECNAT-2000), utilizando un espectrofotómetro Thermospectronic UV-Visible Genesys (NOM-021-RECNAT-2000). Los Cationes Intercambiables (Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ y K⁺) fueron realizadas mediante el método AS-12 (NOM-021-RECNAT-2000). La materia orgánica se basó en el método AS-07 (NOM-021-RECNAT-2000). Para los micronutrientos (Fe, Mn, Zn y Cu) se utilizó el método AS-14 (NOM-021-RECNAT-2000).

Cuadro 1. Análisis fisicoquímico de las tres mezclas de sustratos al inicio del experimento: T₁) frijol con estiércol de bovino; T₂) aserrín con estiércol de bovino más un inóculo de aserrín-melaza-lactobacilos de suero de leche; T₃) aserrín con estiércol de bovino.

Variable analizada	T ₁	T ₂	T ₃
pH	9.5	9.2	9.1
CE (mmhos·cm ⁻¹)	8.01	6.72	6.47
% MO	20.84	22.86	26.89
P Olsen (mg P kg de LB ⁻¹)	352.94	366.17	375.00
K (ppm)	8273	8797	9024
Ca (ppm)	1452	14228	14156
Mg (ppm)	605	650	700
Na (ppm)	1667	1610	1757
Fe (ppm)	20.33	13.33	13.66
Cu (ppm)	9.23	9.39	9.39
Zn (ppm)	3.47	2.52	3.79
Mn (ppm)	1.16	0.46	1.62

Análisis estadístico.

Se utilizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos y tres repeticiones. Los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS V 9.0 (2002), con un análisis de varianza (ANDEVA) y una comparación de medias con la prueba de rangos múltiples de Tukey a un nivel de significancia de 0.05; también se comprobaron los supuestos básicos de normalidad de los residuales con el estadístico de Shapiro-Wilk, y la homogeneidad de varianzas con la prueba de Brown y Forsythe.

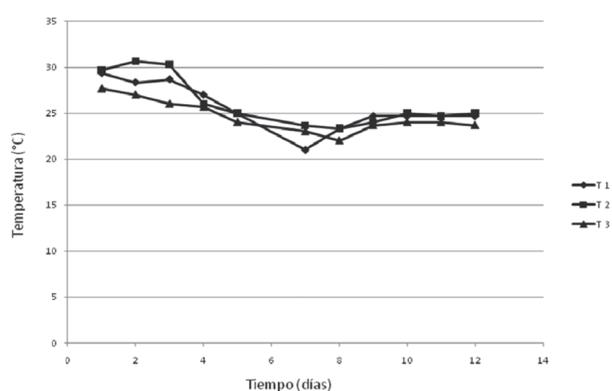
Resultados y Discusión

Temperatura.

Las temperaturas registradas durante el experimento oscilaron entre 21° y 30.6 °C. Sin embargo, según Barbado (2003) el rango óptimo de temperatura para el crecimiento y desarrollo de las lombrices oscila entre los 12° y 25 °C. Al iniciar el precompostaje, la temperatura de la mezcla T₂ subió hasta 30.6 °C (Figura 1),

producto de la descomposición bacteriana de los compuestos de fácil descomposición presentes en la mezcla (Eyhorn *et al.*, 2002), mientras que la mezcla T₃ presentó la temperatura más baja a lo largo del experimento debido a que no contenía melaza, que es rica en carbohidratos y minerales, un comportamiento similar se observó en T₁ (Rosales, 2000; Restrepo *et al.*, 2007).

Figura 1. Registro de temperaturas durante el precompostaje de las mezclas: T₁) frijol con estiércol de bovino; T₂) aserrín con estiércol de bovino más un inóculo de aserrín-melaza-lactobacilos de suero de leche; T₃) aserrín con estiércol de bovino.



En el conteo de lombrices sobrevivientes no se encontró diferencia significativa entre tratamientos, aun cuando la mezcla T₂ presentó la mayor sobrevivencia de lombrices (Cuadro 2). La mortandad de lombrices en la mezcla T₁ fue mayor al 10%, mientras que en las otras dos mezclas la mortandad fue menor al 10%. Esto debido a que en las mezclas T₂ y T₃ las condiciones de temperatura, pH, humedad y alimentación fueron las adecuadas para la reproducción y supervivencia de las lombrices. Schuldt *et al.* (2005), Reines *et al.* (2008), Hernández-Rodríguez, *et al.* (2009) han afirmado que las condiciones óptimas de crecimiento son de 24° a 27 °C de temperatura; pH entre 8.5 y 9.0; humedad aproximada de 80% y disposición de alimento, el cual debe tener una relación C/N adecuada, como se mencionó anteriormente. En la producción de cocones se encontraron diferencias significativas entre las

mezclas y la mayor producción se encontró en la mezcla T₂, debido a que en esta mezcla la alta actividad microbiana del inóculo generó una mayor abundancia de alimento que promovió la sobrevivencia y producción de cocones. Estos resultados concuerdan con los de Santamaría y Ferrera (2000), quienes afirman que la disponibilidad de alimento está directamente relacionada con la producción de cocones.

Cuadro 2. Número de lombrices y cocones totales en las tres mezclas; T₁) frijol con estiércol de bovino; T₂) aserrín con estiércol bovino más un inóculo de aserrín-melaza-lactobacilos de suero de leche, T₃) aserrín con estiércol de bovino.

Mezcla	Lombrices	Cocones	Mortandad (%)
T1	44 ± 1 a*	25 ± 4b	12
T2	50 ± 2 a	162 ± 12 a	0
T3	46 ± 5 a	79 ± 3b	8

*Letras diferentes en columnas indican diferencias significativas entre el efecto de las mezclas en la sobrevivencia de lombrices y la producción de cocones, de acuerdo con la prueba de rangos múltiples de Tukey (p < 0.05). El dato después del ± es el error estándar de la media.

Análisis del sustrato

Se ha reportado que un pH superior a 9.5 del sustrato afecta negativamente el desarrollo, reproducción y la actividad de las lombrices (Reines *et al.* 2004). Este fenómeno se observó en la mezcla T₁ donde se registró el pH más alcalino, lo que pudo afectar la sobrevivencia de lombrices y la producción de cocones. El contenido de Na y K intercambiables se redujo en la mezcla T₂, lo que se reflejó en una menor CE. Sin embargo, la mezcla T₁ no mostró esta tendencia, ya que presentó la mayor CE, al igual que el mayor contenido de Na y K, lo cual pudo deberse al alto contenido de estos elementos en el frijol con respecto del aserrín (Badui, 1993) (Cuadro 2 y 3).

La mezcla elaborada con frijol (T₁) presentó baja relación C/N y un mayor contenido de Ca y Mg (Cuadro 3) y baja concentración de materia orgánica, mientras que las mezclas elaboradas

con aserrín (T_2 y T_3) presentaron una relación C/N más alta, mayor concentración de materia orgánica y un menor contenido de Ca y Mg, con respecto a T_1 . La humificación de la materia orgánica depende de la relación C/N, contenido de lignina y taninos que son precursores de las sustancias húmicas, y del contenido de minerales como el Ca y Mg (Tan, 2003). Estos factores influyen en la velocidad de degradación de la materia fresca, en el contenido final de materia orgánica humificada (humus) y en el contenido de minerales (Ca y Mg) (Singh *et al.*, 1992; Sánchez-Monedero *et al.*, 1996; Kluczek-Turpeinen *et al.*, 2003; Schuldt, 2004).

Las leguminosas presentan baja relación C/N, bajo contenido de lignina y taninos y alto contenido de Ca y Mg, por lo que su degradación será rápida, al final el contenido de materia orgánica será bajo, pero con alto contenido de minerales (Granito *et al.*, 2009). Por el contrario, en cereales, gramíneas y aserrín, la relación C/N, el contenido de lignina y taninos es alta (Kluczek-Turpeinen *et al.*, 2003, Nieto-Garibay *et al.*, 2009), y su contenido de Ca y Mg es bajo, por lo que su velocidad de degradación será lenta (Schuldt, 2004), pero al final el contenido de materia orgánica y sustancias húmicas es alto, aun cuando tengan bajo contenido de minerales disponibles para la planta (Singh *et al.*, 1992; Sánchez-Monedero *et al.*, 1996).

La materia orgánica, además de tener una influencia directa sobre la fertilidad del suelo, es un factor importante en la presencia y disponibilidad de micronutrientes (Roca *et al.*, 2007). Por lo que en la mezcla T_2 que presentó un mayor contenido de materia orgánica probablemente sean más disponibles los micronutrientes. Esto se traduce en un abono más rico en términos de contenido de materia orgánica humificada, y con nutrientes más disponibles para que la planta pueda aprovecharlos.

Cuadro 2. Análisis fisicoquímico y de contenido de macro y micro nutrientes de las tres mezclas de sustratos al inicio del experimento: T_1) frijol con estiércol de bovino; T_2) aserrín con estiércol de bovino más un inóculo de aserrín-melaza-lactobacilos de suero de leche; T_3) aserrín con estiércol de bovino.

Análisis	T_1	T_2	T_3
pH	9.70 ± 0.0 a*	9.47 ± 0.03 b	9.43 ± 0.03 b
CE (mmhos·cm ⁻¹)	6.62 ± 0.8 a	5.49 ± 0.2 a	6.26 ± 0.3 a
% MO	22.41 ± 3.6 a	35.69 ± 5.6 a	28.89 ± 1.7 a
P Olsen (mg P kg de LB ⁻¹)	496.52 ± 24.0 a	491.04 ± 27.2 a	470.71 ± 20.3 a
K (ppm)	25.82 ± 1.0 a	23.75 ± 0.5 a	24.38 ± 0.5 a
Ca (ppm)	50.12 ± 9.7 a	28.35 ± 5.8 a	48.18 ± 9.0a
Mg (ppm)	4.77 ± 0.7 a	2.73 ± 0.3 a	2.73 ± 0.7 a
Na (ppm)	9.16 ± 1.0 a	5.3 ± 0.2 b	7.87 ± 1.0 ab
Fe (ppm)	8.77 ± 1.0 a	13.44 ± 0.8 a	9.92 ± 3.6 a
Cu (ppm)	6.3 ± 0.05 a	6.58 ± 0.2 a	5.88 ± 0.3 a
Zn (ppm)	1.75 ± 0.2 a	0.98 ± 0.04 a	1.24 ± 0.3 a
Mn (ppm)	3.26±1.0 a	2.17±0.1 b	2.63±0.1 b

*Letras diferentes en filas indican diferencias significativas entre el efecto de las mezclas en la sobrevivencia de lombrices y la producción de cocones, de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Tukey ($p < 0.05$). El dato después del ± es el error estándar de la media.

Conclusión

Los resultados sugieren que la mejor mezcla para la adaptación, reproducción de la lombriz roja californiana y calidad en el lombricompost es la T_2 , que contiene aserrín con estiércol de bovino más un inóculo de aserrín-melaza-lactobacilos de suero de leche.

La melaza presente en T_2 favoreció la descomposición del aserrín para que la lombriz tuviera más alimento disponible, reflejándose en una mayor producción de cocones con relación a las otras mezclas. Sin embargo, la mezcla de rastrojo frijol presentó el menor contenido de materia orgánica y mayor conductividad eléctrica, lo cual lo convierte en un sustrato no apto para la adaptación y reproducción de la lombriz roja californiana.

Literatura citada

- ÁLVAREZ-SOLÍS, J. D., R. Ferrera-Cerrato y J. D. Etchevers Barra. 2000. Actividad microbiana en tepetate con incorporación de residuos orgánicos. *Agrociencia* 34: 523-532.
- ATIYEH, R. M., C. A. Edwards, S. Subler y J. D. Metzger. 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. *Bioresource Technology* 78: 11-20.
- ATIYEH, R. M., N. Q. Arancon, C. A. Edwards y J. D. Metzger. 2002. The influence of earthworm-processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. *Bioresource Technology* 81: 103-108.
- BADUI, S. 1993. Química de los alimentos. Libro editado por Alhambra Mexicana, Editorial, S.A. de C.V., 1993 - 648 pp.
- BARBADO, J. L. 2003. Cría de lombrices, Ed. Albatros, Buenos Aires, Argentina. p. 17- 72.
- CHEN, J. H., J. T. Wu y W. T. Huang. 2001. Effects of compost on the availability of nitrogen and phosphorus in strongly acidic soils. Taiwan ROC. pp. 1-10.
- COOPERBAND, L. R. 2000. «Composting: art and science of organic waste conversion to a valuable soil resource». *Lab. Med.* 31(5): 283-289.
- CRUZ-LÁZARO, E., R. Osorio-Osorio, E. Martínez-Moreno, A. J. Lozano del Río, A. Gómez-Vázquez y R. Sánchez-Hernández. 2010. Uso de compostas y vermicompostas para la producción de tomate orgánico en invernadero. *Interciencia* 35 pp 363- 368
- DIMAS, N. R., P. Cano-Ríos, U. Figueroa-Viramontes, A. Palomo-Gil, E. Favela-Chávez, V. P. Álvarez-Reyna, C. Márquez-Hernández y A. Moreno-Reséndez. 2008. Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato. *Revista Fitotecnia Mexicana* 31(3) pp 265-272.
- DURÁN, L. y C. Henríquez. 2009. Crecimiento y reproducción de la lombriz roja (*Eisenia foetida*) en cinco sustratos orgánicos. *Agronomía Costarricense*. 33(2):275-281.
- EBADI, Z., G. Abas, S. Kianoush. 2007. Study on earthworm (*Eisenia foetida*) growth and reproduction in substrates of different agricultural and industrial wastes. *Agronomy e Horticulture Journal* 164-170 pp.
- EDWARDS, C. y J. Lofly. 1977. Biology of Earthworms. Chapman and Hall. London. 321 p.p.
- EYHORN, F., M. Heeb y G. Weldmann. 2002. IFOAM Training Manual for Organic Agriculture in the Tropics. Libro editado por IFOAM, FiBL (Switzerland), CABI Bioscience (UK), AGRECOL Afrique (Senegal), AGRECOL Andes (Bolivia) e INDOCERT (India). 1a edición. 198pp
- FÉLIX-HERRÁN, J. A., R. Martínez Ruiz, H. S. Azpiroz Rivero, R. Serrato Flores, A. D. Armenta Bojórquez, G. Rodríguez Quiroz y V. Olalde Portugal. 2010. Propiedades Físico-químicas y orgánicas de compostas maduras producidas a partir de diferente materia orgánica en el libro Biotecnología aplicada a recursos forestales, Libro técnico: Serie forestal, ISBN: 875-935-543-2, pp. 275-290, editado por la Universidad Autónoma Indígena de México-Universidad Autónoma Chapingo-Colegio de Postgraduados, Campus Puebla.
- GHEISARI, S., S. Danesh and S. M. Mousavi. 2010. Growth and Reproduction of *Eisenia fetida* in Vermicomposting of Organic Fraction of Municipal Solid Wastes. *Asian Journal of Chemistry* 22(2) 1266-1274.
- GRANITO, M., J. Guinant, D. Pérez y S. Pérez. 2009. valor nutricional y propiedades funcionales de *Phaseolus vulgaris* procesada: un ingrediente potencial para alimentos. *Interciencia* 34(1), pp. 64-70.
- GUADARRAMA, R. O., y S. M. Tabeada. 2004. La Lombricultura, una Propuesta al Medio Rural. In: Memorias del Primer Congreso Internacional de Lombricultura y Abonos Orgánicos. 10-12 de marzo de 2004. Guadalajara, Jal. Méx
- HATTI, S. S., R. L. Londonkar, S. B. Patil, A. K. Gangawane, C. S. Patil. 2010. Effect of *Eisenia foetida* vermishash on the growth of plants. *Journal of Crop Science* 1(1) pp. 6-10
- HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, O. A., C. Vences-Contreras, D. L. Ojeda-Barrios, M. M. Barrios-Burrola y C. H. Chávez-González. 2009. Tasa de emergencia de lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) bajo tres enmiendas orgánicas. *Tecnociencia Chihuahua* 3(3) 147-153.
- KLUCZEK-TURPEINEN, B., M. Tuomela, A. Hatakka y M. Hofrichter. 2003. Lignin degradation in a compost environment by the deuteromycete *Paecilomyces inflatus*. *Journal of Applied Microbiology and Biotechnology* 61:374-379.
- MANIOS, T., D. Laux, V. Manios y E. Stentiford. 2003. Cattail plant biomass as a bulking agent in sewage sludge composting; Effect of the compost on plant growth. *Compost Science & Utilization* 11: 210-219.
- MESUT-CIMRIN, K. y I. Yilmaz. 2005. Humic acid applications to lettuce do not improve yield but do improve phosphorus availability. Taylor & Francis Group. 23: 57-60.
- MONTES-RIVERA, G., H. Jiménez-Sánchez y S. Solís-González. 2003. Lodos residuales composteados; una alternativa de sustrato para la producción de planta de *Agave durangensis*. *Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente* 10(1): 21-24.
- MORALES-MUNGUÍA, J. C., M. V. Fernández-Ramírez, A. Montiel-Cota, B. C. Peralta-Beltrán. 2009. Evaluación de sustratos orgánicos en la producción de lombricomposta y el desarrollo de lombriz (*Eisenia foetida*). *BIOTECNIA XI(1):*19-26.
- NAVARRO, B., S. y G. Navarro G. 2003. Elementos químicos esenciales para algunas plantas, In: Química Agrícola El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. Editorial Mundi prensa, 2da edición, 438 pp.
- NIETO-GARIBAY, A., E. Troyo-Diéguez, B. Murillo-Amador, J.L. García-Hernández y J. A. Larrinaga-Mayoral. 2009. La composta: la importancia, elaboración y uso agrícola. Editorial Centro de Ciencias Biológicas del Noroeste, S.C. La paz, B.C.S., México. 86p
- NOM-021-RECNAT-2000. Aprobada por el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Conservación, Protección, Restauración y Aprovechamiento de los Recursos Forestales de Suelos y Costas, en sesión celebrada el 14 de agosto de 2001. 85pp.
- OEI, P. 2003. Mushroom cultivation. Tercera edición. Backhuys Publishers. Leiden, the netherlands. 429 p.
- OUATMANE, A., M. Hafidi, M. El Gharous y J.C. Revel. 1999. Complexation of calcium ions by humic and fulvic acids. *Analysis* 27:428-432.
- PATNAIK, S. y M.V. Reddy. 2009. Vermi-composting of Municipal (Organic) Solid Waste and its implications. In: Singh, S.M. (Ed.), Earthworm ecology and environment. International Book Distributing Co., Lucknow, India, pp. 119-113.
- PRAMANIK, P., and Y. R. Chung. 2010. Efficacy of vermicomposting for recycling organic portion of hospital wastes using *Eisenia fetida*: standardization of cow manure proportion to increase enzymatic activities and fungal biomass. *Earth and Environmental Science The Environmentalist* 30(3):267-272
- REINÉS, M., J.A. Loza Llamas y S.H. Contreras Rodríguez. 2004. Lombricultura una biotecnología para la sustentabilidad. Editado por Fundación Produce Jalisco A.C. y la Universidad de Guadalajara. 60 pp.
- REINÉS, A., M; J.I. Simón Zamora; A. Ibarra Valenzuela; B. Castro Medina. 2008. Memoria del III Curso Internacional de Agricultura Orgánica. Eco-Agro un paso más. 7 al 11 de mayo de 2008, Guamúchil, Sinaloa, México. 93 pp.
- RESTREPO, J., S. Pinheiro y B. Castro M. 2007. Memoria del II Taller Internacional de Agricultura orgánica. Eco-Agro un paso más, Guamúchil, Sinaloa, México. 121 pp.
- ROCA, N., M. S. Pazos y J. Bech. 2007. Disponibilidad de cobre, hierro, manganeso, zinc en suelos del no argentino. *Ciencia Suelo* 25(1):31-42.
- RODRÍGUEZ-QUIROZ, G., D. Armenta-Bojórquez, W. Valenzuela Quiñonez, J. R. Camacho Baéz y H. M. Esparza Leal. 2003. Evaluación de sustratos orgánicos para la producción de lombricomposta con *Eisenia foetida*. Naturaliza y desarrollo vol. 1, núm. 2: 3-9. Rodríguez S., F. 1996. Fertilizantes nutrición vegetal. AGT Editor, 3ª edición, pp. 33-46.

- ROSALES, R. 2000. Oligoelementos. Editado por la Dirección general de cultura y extensión universitaria de la Universidad de los Andes. 6pp.
- RUBIO, C., D. González Weller, R. E. Martín-Izquierdo, C. Revert, I. Rodríguez y A. Hardisson. 2007. El zinc: oligoelemento esencial. En *Nutrición hospitalaria* 22(1): 101-107 pp
- SAS System for Windows. 2002. By SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- SANCHEZ-MONEDERO, M.A., A. Roig, C. Martínez Pardo, J. Cegarra y C. Paredes. 1996. A microanalysis method for determining total organic carbon in extracts of humic substances. Relationships between total organic carbon and oxidizable carbon. En: *Bioresource Technology* 57: 291-295pp.
- SANTAMARÍA, R., S. y R. Ferrera. 2002. Dinámica poblacional de *Eisenia andrei* (Bouché, 1972) en diferentes residuos orgánicos. *Terra latinoamericana* 20(003) pp. 303-310.
- SCHULD, M. 2004. Lombricultura fácil. Workgraf, La Plata. 152 pp.
- SCHULD, M.; R. Christiansensz; L. A. Scatturiez; J. P. Mayo. 2005. Pruebas de aceptación de alimentos y contraste de dietas en lombricultura. *Rev electrónica de veterinaria REDVET* 6(7) 12 p.
- SEMARNAT. 2005. Dirección general de gestión forestal y de suelos. <http://www.semarnat.gob.mx/Pages/inicio.aspx>
- SINGH, Y., B. Singh, y C.S. Khind. 1992. Nutrient transformations in soils amended with green manures. *Advances in soil science* 20:258-265.
- TAN, K.H. 2003. Humic matter in soil and the environment, Principles and Controversies. Marcel Dekker, New York, NY. 408pp.
- TOGUN, A.O. y W.B. Akanbi. 2003. Comparative effectiveness of organic-based fertilizer to mineral fertilizer on tomato growth and fruit yield. *Compost science & Utilization* 11(4): 337-342.
- YAGI, R., M.E. Ferreira, M.C. Pessoa da Cruz y J.C. Barbosa. 2003. Organic matter fractions and soil fertility under the influence of liming, vermicompost and cattle manure. *Scientia Agricola, Brazil* 60(3) 12 pp. 

Este artículo es citado así:

López-Méndez, C., R. D. Ruelas-Ayala, R. R. Sañudo-Torres, C. Armenta-Lopez y J. A. Félix-Herrán. 2013: *Influencia de diferentes sustratos orgánicos en la lombriz roja californiana (Eisenia foetida)*. *TECNOCENCIA Chihuahua* 7(2): 81-87.

Resúmenes curriculares de autor y coautores

CARLOS LÓPEZ MÉNDEZ. Terminó su licenciatura en 2012, año en que le fue otorgado el título de Ingeniero en Desarrollo Sustentable por la Universidad Autónoma Indígena de México (UAIM). Desde 2013 labora en Amaref en Guadalajara, Jalisco y posee la categoría de jefe de brigada.

JAIME ALBERTO FÉLIX HERRÁN. Terminó su licenciatura en 2002, año en que le fue otorgado el título de Ingeniero Bioquímico por el Instituto Tecnológico de Los Mochis (ITLM). Realizó su posgrado en el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Sinaloa del Instituto Politécnico Nacional, donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente en 2006. Desde 2007 labora en la Universidad Autónoma Indígena de México y posee la categoría de Facilitador educativo (Profesor) A. Es miembro del Sistema Sinaloense de Investigadores y Tecnólogos del Instituto de Apoyo a la Investigación e Innovación Sinaloa (INAPI Sinaloa) desde 2012, en la categoría de Investigador; es miembro del Cuerpo Académico de "Biotecnología y Sustentabilidad de los Recursos Naturales (UAIM-CA3)" reconocido por PROMEP. Su área de especialización es el aprovechamiento y conservación de recursos forestales no maderables. Ha dirigido 5 tesis de licenciatura. Es autor de aproximadamente 6 artículos científicos, 23 ponencias en congresos, y 5 capítulos de libros científicos; además ha impartido 9 cursos y talleres; participa como árbitro de dos revistas científicas de circulación internacional la revista de Biología Tropical / International Journal of Tropical Biology and conservation de la Universidad de Costa Rica y el European journal of soil science.

CELSO ARMENTA LÓPEZ. Obtuvo en 1988 una Especialización en Observación Meteorológica por la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS). Terminó su licenciatura en 1999 y fue titulado en 2001, con el grado de Licenciado en Ingeniería Agronómica por la Escuela Superior de Agricultura del Valle del Fuerte, de la (UAS). Desde 2006 labora en los Programas Académicos de Ingeniería Forestal e Ingeniería en Desarrollo Sustentable de la Universidad Autónoma Indígena de México, con la categoría de Facilitador Educativo (Profesor) "A". Ha sido miembro del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECYT) Sinaloa desde 2011. Su área de especialización son los Sistemas Agroforestales. Ha dirigido 2 tesis de licenciatura. Ha publicado 3 artículos en revistas científicas, una reseña literaria y un artículo en libro. Además ha impartido 9 conferencias por invitación y actualmente dirige un proyecto de investigación financiados por fuentes externas, y participa en tres más. Ha sido acreditado por la SAGARPA como Verificador Fitosanitario en el Estado de Sinaloa, México.

ROSARIO RAUDEL SAÑUDO TORRES. Terminó su licenciatura en 2005, año en que le fue otorgado el título de Ingeniero Bioquímico por el Instituto Tecnológico de Los Mochis (ITLM). Desde 2006 labora en la Universidad Autónoma Indígena de México y posee la categoría de Profesor de Tiempo Completo "A". Ha sido miembro del Sistema Sinaloense de Investigadores y Tecnólogos del Instituto de Apoyo a la Investigación e Innovación (INAPI Sinaloa) desde 2012 a la fecha, es miembro del Cuerpo Académico de "Biotecnología y Sustentabilidad de los Recursos Naturales (UAIM-CA-3)" reconocido por PROMEP. Su área de especialización es la Biotecnología y la Línea de Investigación o generación y aplicación del conocimiento es en Recursos Naturales y Agroecosistemas. Ha dirigido 2 tesis de licenciatura. Es autor de aproximadamente 3 artículos científicos, más de 6 ponencias en congresos, y 2 capítulos de libros científicos; además ha impartido 10 conferencias por invitación y ha dirigido 2 proyectos de investigación institucionales.

REY DAVID RUELAS AYALA. Terminó su licenciatura en 2002, año en que le fue otorgado el título de Ingeniero bioquímico por el Instituto Tecnológico de los Mochis (ITLM). Realizó su posgrado en el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional unidad Sinaloa del Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR-IPN UNIDAD SINALOA) donde en el 2007 obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente. Desde el 2011 labora en la Universidad Autónoma Indígena de México (UAIM) atendiendo los programas educativos de Ingeniería Forestal e Ingeniería en Desarrollo Sustentable. Es miembro del Sistema Sinaloense de Investigadores y Tecnólogos (SSIT) e integrante del cuerpo académico de Biotecnología y Desarrollo Sustentable de los Recursos Naturales registrado ante PROMEP en la categoría de En Formación. Su área de especialización es la biología molecular de plantas y de fitopatógenos, así como el control biológico con hongos entomopatógenos. Ha dirigido 2 tesis de licenciatura, más de 10 ponencias en congresos, aproximadamente 5 artículos científicos y 2 capítulos de libros científicos.