

Evaluación de tres diferentes sustratos para el desarrollo de Lombriz Roja californiana (*Eisenia Foetida*)

S.A. Vidaña –Martínez^{1*}, M. Hernández Lopéz¹, A.Y. Muro-Jiménez³

Resumen—En este proyecto se evaluarán tres diferentes sustratos para la reproducción y desarrollo de la lombriz *Eisenia foetida* (Roja Californiana), utilizando como sustratos estiércol de: bovino, cabra y caballo. Se realizaron tres repeticiones de cada sustrato, en cajas de plástico, con tres kilogramos de estiércol cada una y se colocaron 8 lombrices adultas. A estos tratamientos se le monitorearon los siguientes parámetros: pH, conductividad eléctrica, temperatura, porcentaje de materia orgánica, porcentaje de nitrógeno, porcentaje de relación carbono/nitrógeno. Al transcurrir 35 días de la aplicación de las lombrices se realizó un conteo para ver la cantidad de lombrices que se reprodujeron durante ese tiempo. Como resultado el mejor sustrato como alimento para la reproducción y desarrollo de la lombriz fue el estiércol de caballo, ya que se obtuvieron 102 lombrices adultas y 16.67 cocones. La lombricultura es una opción sustentable de utilizar los residuos orgánicos generados en la región para la generación de composta, la cual puede ser utilizada como abono orgánico para incrementar la fertilidad de los suelos.

Palabras claves—Evaluación, Sustratos, Desarrollo, Lombriz Roja Californiana

Abstract— In this project three different substrates for the reproduction and development of the *Eisenia foetida* (Red California) worm will be evaluated using bovine, goat and horse manures as substrates. Three replicates of each substrate were made in plastic boxes with three kilograms of manure each and 8 adult worms were placed. To these treatments the following parameters were monitored: pH, electrical conductivity, temperature, percentage of organic matter, percentage of nitrogen, percentage of carbon / nitrogen ratio. After 35 days of the application of the worms, a count was made to see the number of worms that were reproduced during that time. As a result, the best substrate as food for the reproduction and development of the worm was horse manure, since 102 adult worms and 16.67 cocons were obtained. The vermiculture is a sustainable option to use the organic residues generated in the region for the generation of compost, which can be used as organic compost to increase the fertility of the soils.

Keywords— Evaluation, Substrates, Development, California Red Worm

XVI. INTRODUCCIÓN

El aumento en la cantidad de residuos orgánicos generados por actividades antropogénicas ha provocado un impacto negativo a la salud y al medio ambiente, ya que estos no tienen una disposición final adecuada. La búsqueda de soluciones que posibiliten el reciclaje de los desechos orgánicos, constituye una dominante necesidad para un adecuado desarrollo tecnológico y cuidado del medio ambiente.

Una opción para el tratamiento y la utilización de residuos es la de implementar la lombricultura como técnica biotecnológica que permite utilizar lombrices con el propósito de reciclar desechos orgánicos y transformarlos en un abono de alto valor agronómico, contribuyendo a la conservación del suelo. (Duran, 1995).

La lombricomposta tiene algunas características físicas y químicas bien definidas: material oscuro, agradable olor, su bioestabilidad evita la fermentación o putrefacción, alta carga enzimática y bacteriana que promueve la solubilidad de elementos nutritivo que facilitan la absorción radicular, mantiene los minerales disponibles evitando la lixiviación y favorece la germinación y el desarrollo de plantas (Moreno, 2005).

El proceso de reproducción de las lombrices de tierra, en hábitats artificiales, tiene amplias perspectivas, con el fin de encontrar alternativas ecológicas con lo cual se pueden solucionar problemas agobiantes. Además, mediante su explotación se generan excelentes ingresos económicos que provienen de la comercialización de la lombriz y de la lombricomposta. (Ortiz, *et al* 2008).

Las familias de lombrices comúnmente utilizadas para llevar a cabo el lombricomposteo son: *Eisenia foetida* y *Lumbricus rubellus*. La crianza de estos animales requiere de un mínimo esfuerzo por parte de quienes se interesen en su manejo y reproducción (Paoletti, 1999)

¹ Instituto Tecnológico Superior de Lerdo. Av. Tecnológico 1555 sur, Periférico Gómez. Lerdo 35150. Cd. Lerdo, Durango, México. (advi_66@hotmail.com)

En México la agricultura y la ganadería producen grandes cantidades de desechos orgánicos que son desperdiciados. En la ganadería estos desechos se generan principalmente en establos lecheros, granjas porcinas, y rastros, en forma de excrementos.

En la actualidad la Comarca Lagunera es la cuenca más importante del país y de Latinoamérica, con más de 300 establos tecnificados, y con aproximadamente 200, 000 cabezas de ganado lo cual hay un promedio de producción de 2'000,000 de litros diarios de leche. Esto deriva la generación de alrededor de 1'000,000 de kg/día de estiércol base seca, por lo que este tiene que ser tratado. (SAGARPA, 2000)

El censo de ganado lechero en la Comarca Lagunera del 2012 arrojó números redondos de 443,000 animales y de estos 249,000 están en producción, el resto es crianza y ganado seco. (SAGARPA, 2012)

En el año 2009-2012 según el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (PNGIR) se obtuvieron cifras de la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) de 94,800 toneladas/día; 34.6 millones toneladas/año los cuales se representan de la siguiente manera:

- 53% de residuos orgánicos
- 47% Inorgánicos: 28% de estos son reciclables y el 19% no son aprovechados.

En el presente proyecto se consideró como objetivo evaluar el comportamiento reproductivo de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en diferentes sustratos orgánicos bajo las condiciones que prevalecen en la Comarca Lagunera.

XVII. PARTE TÉCNICA DEL ARTÍCULO

A. Localización del estudio.

El presente estudio se llevó a cabo en un espacio asignado dentro del Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, situado en Av. Tecnológico No. 1555 Sur Periférico Gómez-Lerdo Km. 14.5 de Cd. Lerdo, Dgo.

B. Pre-composteo de los Residuos Orgánicos

La actividad inició en diciembre del 2016 con la recolección del estiércol y fue proporcionado por la Granja los Eucaliptos del ejido 13 de marzo de Gómez Palacio

Dgo. Se realizó el pre-composteo de tres diferentes sustratos (estiércol: bovino, caballo y cabra) con una duración de tres meses iniciando el primero de enero del 2017 y finalizando el 24 de abril del 2017. Una vez obtenido el sustrato pre-compostado se dio inicio a la instalación de los tratamientos.

C. Selección de especie.

Para medir el comportamiento reproductivo de la lombriz de tierra, se utilizaron lombrices de la especie *Eisenia foetida*, la cual es una de las especies más comúnmente utilizadas para realizar el lombricomposteo, debido a que estas lombrices crecen más rápido, se mantienen más saludables, viven más tiempo, y se reproducen a mayor velocidad (Paoletti, 1999)

D. Procedimiento

Se evaluaron tres tratamientos con tres repeticiones cada uno. En total se manejó una cantidad de nueve unidades experimentales, las cuales contenían el 100% de materia orgánica. Para esto se utilizaron nueve cajas con 30cm de largo, 20cm de ancho y 22cm de altura, a estas se les instaló un tubo de pvc de ½ pulgada, para la recolección del lixiviado. Posteriormente se adicionaron 3kg de estiércol en cada experimento, el 28 de Abril del 2017 se añadieron ocho lombrices adultas a cada uno de los tratamientos, las cuales fueron donadas por el Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria (INIFAP) de la Ciudad de Matamoros Coahuila. Se realizaron riegos cada tercer día para mantener una humedad adecuada la cual ronda entre 60 y 80%, para incrementar la reproducción de la lombriz y una alta producción y calidad de fertilizante orgánico.

E. Variables Evaluadas y Diseño Experimental

En este estudio se evaluaron los parámetros necesarios para la reproducción y generación de lombricomposta durante el periodo de diciembre del 2016 a mayo del 2017. Las variables evaluadas en la lombricomposta y lixiviado fueron: pH por el método potenciométrico, temperatura, conductividad eléctrica por el método Electrométrico, porcentaje de humedad (SPARK), porcentaje de Nitrógeno por el método Kjeldahl (Jones, 2001), porcentaje de materia orgánica por el método Walkley y Black.

El análisis estadístico se realizó con la ayuda del programa MiniTab 18, con el cual se realizó los análisis de varianzas correspondientes utilizando un anova de un solo factor con comparación en parejas de Tukey ($\alpha = 0.05$).

XVIII. RESULTADOS

Temperatura

Las temperaturas registradas durante el experimento oscilaron entre los 28° y 29°, sin diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los sustratos. De acuerdo a Martínez Cerdas 2017, la temperatura ideal para el crecimiento y desarrollo de las lombrices es de 25°C, Hernández *et al.*, 2000) menciona que la temperatura ideal es de 30°C, y Díaz (2002) afirma que la temperatura optima esta entre los 25°-40°C. Por lo que las condiciones fueron adecuadas para el experimento.

pH

Este parámetro presento diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los sustratos (cuadro 1.). Obteniendo los siguientes pH: $T_1 = 8.7$, $T_2 = 8.2$, $T_3 = 8.1$. Siendo el de mayor significancia el T_2 y T_3 con un pH de 8.1 Y 8.2 respectivamente, ya que según (Ravera y De Sanzo 1999; Frederickson y Ross-Smith, 2004) consideran un pH óptimo de 6.5-7.5, quedando estos ligeramente por encima del rango óptimo. Para el estiércol de vaca (T_1) mostró una mayor alcalinidad (8.7), este pH es mayor al señalado como óptimo. Se puede considerar que nuestros rangos de pH se encuentran en niveles óptimos según Hernández y Rodríguez *et al.* (2009) afirman que el pH ideal para la reproducción de la lombriz es de 8.5-9.0.

C.E (dS m⁻¹)

La conductividad eléctrica resultó significativamente diferente ($p < 0.05$) para los sustratos. El estiércol de vaca (8.35 dS m⁻¹) tuvo un valor mayor, el de cabra con (1.66 dS m⁻¹) éste fue el que presento menor conductividad. El estiércol de caballo (2.41 dS m⁻¹), se encontró dentro del nivel óptimo (cuadro 1). Mejía Araya, 2017, afirma que la conductividad eléctrica ideal es de 2.5 dS m⁻¹, para un nivel adecuado es de 3.0 dS m⁻¹ y si sobrepasa el 8.0 dS m⁻¹ hay peligro de muerte de las lombrices.

% HUMEDAD

En este factor no se encontró diferencia significativa ($p > 0.05$) entre los sustratos ya que la humedad registrada durante el experimento fue de 73-79% (cuadro 1). Mejía Araya 2017, afirma que la humedad óptima es del 75%, el nivel adecuado es del 70-80%, menciona que la humedad

es vital para la supervivencia de la lombriz, Díaz (2002) afirma que el estiércol retiene del 60-70% de agua.

CUADRO I.

CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LOS TRATAMIENTOS UTILIZADOS EN LA REPRODUCCIÓN DE LOMBRIZ EISENIA FOETIDA.

TRATAMIENTO	TEMP (°C)	PH	CE (mS)	H %
T ₁	29 a*	8.7 b	8.353 c	79.53 a
T ₂	28.933 a	8.267 a	2.4167 a	77.6 a
T ₃	28.9333 a	8.1333 a	1.6633 b	73.63 a

*letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes, ($p \leq 0.05$). Dónde: T₁= Estiércol de vaca, T₂=estiércol de cabra, T₃=estiércol de caballo, CE= Conductividad Eléctrica, H= Humedad, TEMP= Temperatura.

Materia orgánica

Los mayores niveles de materia orgánica se observan en el estiércol de caballo, mientras que en el estiércol de cabra está un 36.2% por debajo de ellos, (cuadro 2). Por otro lado, Ferruzzi (1987) expresa que toda enmienda utilizada para elaboración de compost de lombriz origina un material con aceptables valores de materia orgánica.

% NITROGENO

Haciendo una comparativa simple, la concentración natural de Nitrógeno en las zonas áridas son menores al 1%, en la lombricomposta fue de 1.01 a 3.61% N, (cuadro 2), siendo este resultado similar al de Vivek y Singh (2000) los cuales obtuvieron una concentración de 2.53% de N y quedando por encima del valor obtenido por Velazco *et al.* (2001) con 1.49% de N. Taiz y Zeiger 1998, afirman que el nitrógeno es uno de los macronutrientes más importantes para el desarrollo de las plantas que normalmente es requerido en concentraciones de 1.5% N.

Relación C/N

Se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los sustratos, (cuadro 2.). El estiércol de cabra presentó una mayor relación C/N (35.433) seguido por el de vaca (17.4), mientras que el de caballo presenta (15.9). Estos resultados concuerdan con los reportados por Soto (2004), pero fueron más altos que los reportados por Guadarrama y Taboada (2004).

CUADRO II.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LOS TRATAMIENTOS UTILIZADOS EN LA REPRODUCCIÓN DE EISENIA FOETIDA.

TRATAMIENTO	M.O %	N %	C/N %
T1	98.6 a*	3.617 a	35.433 c
T2	75.933 b	2.56 b	17.4 b
T3	61.907 c	1.0133 c	15.9 a

*letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes, ($p \leq 0.05$). Dónde: T1=Estiércol de vaca, T2=estiércol de cabra, T3=estiércol de caballo, M.O%= porcentaje de materia orgánica, N%= porcentaje de nitrógeno, C/N%= porcentaje de carbono/nitrógeno.

Conteo de lombrices y cocones

El conteo de lombrices se realizó el 02 de Junio del 2017, transcurridos 35 días no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos ($p > 0.05$), aun cuando T₃ presento en forma poca significa hasta el momento una mayor reproducción de las lombrices (Cuadro 3)

El conteo de cocones se realizó la misma fecha que el de las lombrices, de acuerdo a los resultados obtenidos (cuadro 3), por la prueba de comparaciones en parejas de medias Tukey (95%, no hay diferencia significativa entre el número de cocones por tratamiento). Aún sin ser significativo estadísticamente, en el tratamiento T₃ se encontró el mayor de numero de cocones, encontrando una relación de 16.67 cocones/mes. Según Cristales, 1997, la máxima producción reportada de cocones de *Eisenia foetida* ha sido encontrada de 466 cocones provenientes de 10 lombrices adultas en 3 meses; de estos capullos nacieron 2,150 lombrices y señalando en 3 meses el período de máxima producción de cocones. La producción de cocones está fuertemente influida por la T°; la producción se incrementa, con el incremento de la T°, siendo mayor en *Eisenia foetida* a T° constante de 25 °C.

CUADRO III.

CONTEO DE LOMBRICES Y COCONES EN LOS TRATAMIENTOS UTILIZADOS EN LA REPRODUCCIÓN DE EISENIA FOETIDA.

TRATAMIENTO	LOMBRICES	COCONES
	No.	No.
T ₁	10.00 a*	5.00 a
T ₂	91.7 a	2.667 a
T ₃	102.0 a	16.67 a

*letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes, ($p \leq 0.05$). Dónde: T1=Estiércol de vaca, T2=estiércol de cabra, T3=estiércol de caballo.

XIX. DISCUSIÓN, CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

El crecimiento y reproducción de la lombriz *Eisenia foetida* están directamente relacionados con el tipo de sustrato en el cual vive y se desarrolla.

Los resultados sugieren que el mejor sustrato para la alimentación, adaptación, reproducción de la lombriz roja californiana es el T₃, que es 100% estiércol de caballo se obtuvieron 102 lombrices adultas y 16.67 cocones. Se lograron mantener las condiciones ideales en cada uno de los tratamientos para la reproducción de la lombriz *Eisenia foetida* las cuales se mantuvieron en los rangos óptimos con temperaturas de 25 a 30°C, pH de 8.1 a 8.7, porcentaje de humedad del 79%, Conductividad eléctrica de 1.66 a 8.3 dSm⁻¹, porcentaje de materia orgánica del 61.90 a 98.6%, porcentaje de nitrógeno que fue del 1.01 al 3.6%, porcentaje en relación carbono/nitrógeno del 15.9 a 35.43%.

Aunque en el programa estadístico la diferencia no es significativa, hay diferencias notables a simple vista con respecto al desarrollo de las lombrices, por lo que se harán nuevos conteos posteriormente, donde las proyecciones de crecimiento puedan apreciarse en forma significativa de acuerdo a las proyecciones hechas conforme a la experiencia.

XX. AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, por las facilidades brindadas para la instalación del Lombricario y en financiamiento de este proyecto.

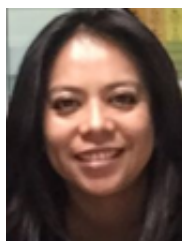
Al Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria (INIFAP), por la aportación de la Lombriz *Eisenia Foetida* (Roja Californiana).

XXI. REFERENCIAS

- [15] Contreras. J.L., Rojas. J., Acevedo. I., Adams. M 2014 Caracterización de las propiedades físicas y bioquímicas del vermicomposta de pergamino de café y estiércol de bovino. Rev. Fac. Agron (LUZ). 2014, Sumpl. 1:489-509.
- [16] Díaz E.: Guía de Lombricultura, Lombricultura una alternativa de producción, para emprendedores y productores del agro. ADEX, Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior Municipio Capital de la Rioja.
- [17] Duran, GB. 1995 Efecto de la incorporación de lombriz de tierra (*Eisenia fetida* Sav.) y estiércol de bovino en el suelo sobre la producción de materia seca de espinaca (*Spinacia oleracea* L.). Tesis. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Agroecología. Chapingo, México.

- [18] Frederickson J., Ross-Smith S. 2004 Vermicomposting of precomposted mixed fish/shelfish and green waste.
- [19] Ferruzzi, C. 1987. Manual de lombricultura. Madrid. España. Ed. Mundiprensa. p. 138.
- [20] Guadarrama R. O. y Taboada S. M. 2004. La Lombricultura, una Propuesta al Medio Rural. Memorias del Primer Congreso Internacional de Lombricultura y Abonos Orgánicos. Guadalajara, Jal. Méx.
- [21] Hernández, D.: Lombricultura contra contaminación ambiental. Escuela de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional. Universidad Nacional de Costa Rica, ciudad (2002).
- [22] 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
- [23] Moreno, A., 2005. Origen, importancia y aplicación de vermicomposta para el desarrollo de especies vegetales. *Revista Agraria* 2: 15-23.
- [24] Ortiz Mejiaz, J. A.; Rodríguez Lopez, J. S.; Arreola Ávila, J. G.; Méndez Rivera, J. S.; Santamaría Cesar, E.; Cisneros Vazquez, J. M. COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*) EN DIFERENTES SUSTRATOS Revista Chapingo Serie Zonas Áridas, vol. VII, núm. 1, 2008, pp. 15-19 Universidad Autónoma Chapingo Durango, México.
- [25] Pedro Mejía Araya, Manual de Lombricultura, Agroflor. Kilometro 8.3- camino Villarrica Loncoche-Fono. www.lomfrigorflor.cl fecha de consulta: 06 de Junio del 2017.
- [26] Paoletti, M.G. 1999. The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. *Agric. Ecosyst. Environ.* 74:137-155.
- [27] Programa Nacional para la Prevención y Gestión integral de Residuos (PNGIR) 2009-2012. Cifras de Generación de residuos urbanos (RSU)
- [28] Ravera A. R. y De Sanzo, C.A. 1999. Como Criar Lombrices Rojas Californianas, Programa de Autosuficiencia
- [29] REINES, 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.
- [30] Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) ,1990-2000, Situación Actual y Perspectiva de la Producción de Leche de Ganado Bovino en México.
- [31] Max Jones J, Ochoa Ochoa F.Sjerwell Cabello Cruz Fernández C, 2012. Proyecciones para el Sector Agropecuario de México. (SAGARPA)
- [32] SCHULD, M.; R. Christiansenz; 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.
- [33] Soto M. G. 2004. Regulaciones en la producción y uso de abonos orgánicos. Buenos Aires, Argentina.
- [34] Taiz, L. y E Zeiger. 1998. *Plant Physiology*. Sinauer Associates, Inc. P. O. Box 407.23 Plumtree , Road, Sunderland, MA, 01375 U.S.A. 792p. Fecha de consulta: 14 Junio Del 2017.
- [35] Vivec Kumar, K.P. Singh. (2000). Enriching vermicompost by nitrogen rxing and phosphate solubilizing bacteria. *Bioresource Technology* 76 (2001) 173±175
- [36] Velasco Velasco J, Ferrera Cerrato R, Almaraz Suárez J.J.(2001). Vermicomposta, micorriza arbuscular y azospirillum brasilense en tomate de cascara. *Terra volumen 19 numero 3*, 2001.

XXII. BIOGRAFÍA



Vidaña Martínez, S. A. nació el 6 de junio en la Ciudad de Durango. Cursó estudios de Ingeniería Química y Maestría en Ciencias en Ingeniería Bioquímica el año 2003 en el Instituto Tecnológico de Durango, en la Ciudad de Durango, Dgo. Actualmente labora en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, en Cd. Lerdo, Durango, México donde se desempeña como docente en la división de Ingeniería Ambiental.



Mónica Hernández López nació en Torreón Coahuila el 22 de febrero de 1983. Es Ingeniera Química en el Instituto Tecnológico de la Laguna en Torreón Coahuila, México, en el 2007. Continúo con sus estudios de postgrado en el Instituto Tecnológico de Torreón en la ciudad de Torreón Coahuila, México, obteniendo el grado de Maestra en Ciencias en Suelos en el 2010. Actualmente labora como docente, perteneciendo al departamento de Ingeniería Ambiental en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, en la Ciudad de Lerdo Durango,



Ana Yadira Muro Jiménez nació en la ciudad de Lerdo Durango el 16 de Enero de 1993. Actualmente es aspirante a egresar de la carrera de Ingeniería Ambiental en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, en la ciudad de Lerdo Durango, México, 2017.