

Artículo científico**CRECIMIENTO Y REPRODUCCIÓN DE LA LOMBRIZ *EISENIA ANDREI*, EN MEZCLAS DE ESTIÉRCOL VACUNO CON RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS GENERADOS EN AGROMERCADOS.**

Clara García Ramos¹, Noel J. Arozarena Daza², Francisco Martínez Rodríguez¹, Amalia N. Morales Valdés¹, Nereida Chávez González¹, Juana M. Dantín Martínez¹, Marcela Hernández Guillén¹ y José A. Pascual Amaro¹.

RESUMEN

Los mercados agropecuarios generan residuos sólidos de naturaleza orgánica (RMA), por lo que transformarlos mediante la acción de las lombrices, puede ser una alternativa favorable de manejo y tratamiento; esta alternativa es doblemente útil porque además de aprovechar una parte considerable de estos residuos, también constituye vía de obtención de portadores de materia orgánica, los cuales son un insumo de alta demanda en los sistemas urbanos de producción agrícola. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar la respuesta de la especie *Eisenia andrei*, a alimentos elaborados con RMA mezclado en diferentes proporciones, con estiércol vacuno (EV). Los indicadores evaluados fueron: biomasa total de lombrices, producción de capullos y fecundidad, durante un periodo de 11 semanas. Los resultados mostraron la mejor respuesta para las combinaciones 100 % EV y 75 % EV + 25 % RMA, que alcanzaron las mayores producciones de biomasa de lombrices: 0,71 g en 5,93 semanas y 0,79 g en 6,99 semanas, en igual orden. La producción de capullos mostró similar tendencia en ambos sustratos alimenticios, lo que valida el efecto positivo de la dosis de RMA seleccionada e identifica un atributo de *E. andrei* en cuanto a comportamiento frente a variaciones en la fuente de alimentación. La fecundidad resultó superior en el sustrato 100 % EV (1,54) con respecto al sustrato compuesto por 75 % EV + 25 % RMA (0,80). Este último ofrece resultados favorables en términos de tasa de variación de la biomasa y semeja la tendencia de los resultados obtenidos con EV, para la variable producción de capullos, lo que hace recomendable la realización de investigaciones enfocadas a precisar aspectos que mejoren la respuesta obtenida con su empleo, con énfasis en la relación C/N y en la masa de lombrices a emplear por unidad de masa del alimento preparado.

Palabras clave: biomasa, capullos, estiércol vacuno, fecundidad, residuos de materia orgánica

Growth and reproduction of the worm *Eisenia andrei* in mixtures of bovine manure with solid organic wastes generated in agro markets.

ABSTRACT

Agro markets generate a lot of solid organic wastes (AMOW), so transforming them through the action of worms, can be an alternative for their management and treatment. This alternative is doubly useful

¹MSc. Clara García Ramos, Investigador Auxiliar del Departamento de Biología y Nutrición del Instituto de Suelos (IS), MINAG. Autopista Costa-Costa, y Antigua Carretera de Vento, Km. 8½., Capdevila, Boyeros. La Habana, Cuba. E-mail: clara.garcia@isuelos.cu. ²Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT), MINAG. Calle 188 no. 38754 e/ 397 y Linderos, Santiago de las Vegas, Boyeros, La Habana, Cuba.

because in addition to taking advantage of a considerable part of this wastes, it is also a way to obtain organic matter carriers, which are a high demand input in urban agricultural production systems. The objective of this work was to evaluate the response of the *Eisenia* earthworm species, to organic substrates made up of (AMOW) mixed in different proportion with bovine manure (BM). The evaluated indicators were: total biomass, production of cocoon and earthworm reproduction. The best results for biomass were reached with 100 % BM (0.71 g at 5.93 weeks) and 75 % BM + 25 % AMOW (0.79 g at 6.99 weeks). The highest production of cocoons resulted up to the fifth week, coinciding with the time of greatest biomass formation. Fecundity was higher in the 100% BM (1.54) respect to the substrate 25 % AMOW + 75 % BM (0.80). The substrate 25 % AMOW + 75 % BM, offers favorable results in terms of the rate of variation of the biomass and similar to the trend of the results obtained with 100% BM for the variable production of cocoon, and because of that, further research should be carried out about it, specially about its C/N rate and about the critical mass value to be used by mass unity of AMOW to transform by earthworms.

Key words: earthworm biomass, cocoon, reproduction, bovine manure, agro market organic wastes

INTRODUCCIÓN

Numerosos residuos orgánicos generados en mayor o menor cuantía por el sector agropecuario e industrial han sido llevados a la práctica de la lombricultura en Cuba, con resultados positivos (Morales, 2008), obteniéndose un producto estable, homogéneo y de granulometría fina (Villegas y Laines, 2017a). Esta tecnología, permite reducir los volúmenes de desechos orgánicos, que pueden ocasionar daños al medio ambiente, por la lentitud de los procesos naturales incluidos en su descomposición, lo que ha sido comentado por Santamaría y Ferrera (2002), Quispe (2015), y Martínez *et al.* (2018). Otros criterios sobre la lombricultura han sido aportados por Nogales *et al.* (2014 a), García y Zanor (2015) y Villegas y Laines (2017b), quienes reconocen el efecto positivo que ejerce la aplicación de humus de lombriz a los suelos de cultivo, sobre la producción de especies de importancia agrícola, como melón, tomate y pimiento, entre otros.

Los mercados agropecuarios ubicados en las ciudades, son una fuente generadora de residuos sólidos urbanos (RMA), cuya naturaleza mayoritariamente orgánica, los convierte en una materia prima de posible uso

en la lombricultura.

Sin embargo, conviene monitorear la calidad de los RMA que se usan como base para el lombricultivo, porque algunos residuos según comentan Nogales *et al.* (2014b) demandan preacondicionamiento, con el objetivo de obtener las características adecuadas que permitan el desarrollo de las lombrices; por esa razón los estudios de crecimiento y desarrollo de lombrices, se han convertido en una eficaz alternativa de evaluación de sustratos usados en su alimentación.

A esa demanda respondió el trabajo realizado, cuyo objetivo fue evaluar la respuesta de la especie *Eisenia andrei*, a alimentos elaborados con RMA, mezclados en proporciones diversas con estiércol vacuno.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se realizó en áreas anexas al laboratorio de Biología y Nutrición, del Instituto de Suelos, ubicado en el municipio Boyeros y perteneciente al Ministerio de la Agricultura.

Para el montaje, se emplearon recipientes plásticos cilíndricos de PVC de 0,12 m de diámetro y 0,20 m de altura con orificios en la

base para facilitar el drenaje.

El material a evaluar se preparó a partir de RMA troceado mecánicamente en fracciones no

mayores de 0,05 m de diámetro, mezclados con estiércol vacuno fresco, según las variantes que se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Esquema de tratamientos. Composición (%; V/V) de los sustratos evaluados para el crecimiento y la reproducción de *Eisenia andrei*. (RMA: residuos sólidos urbanos de mercados agropecuarios; EV: estiércol vacuno fresco).

SUSTRATO	Composición	
	RMA	EV
A	100	0
B	0	100
C	75	25
D	50	50
E	25	75

Los sustratos a estudiar, una vez preparados, se mantuvieron durante 45 días con volteos semanales, para favorecer su descomposición parcial y aceptación como alimento por las lombrices (Arozarena *et al.* 2001), lo que se constató mediante la prueba de caja, según Martínez *et al.* (2003).

Ya estabilizadas las mezclas a usar como sustrato, se les evaluó el pH en agua (NC 1019:2014) y se colocaron en los contenedores antes descritos, 300 g sustrato seco al aire/contenedor y diez lombrices juveniles de la especie *Eisenia andrei*, las que se seleccionaron según la mayor similitud posible en peso y talla; se establecieron cinco repeticiones por tratamiento.

Los sustratos fueron humedecidos hasta alcanzar el rango de humedad entre 75-80 %, recomendado por Romero *et al.* (2018) para procesos similares, lo que se mantuvo mediante riego periódico por aspersión. La temperatura ambiente durante el experimento osciló entre 28 y 32 °C, lo que contribuyó a la conservación de la humedad.

Se estableció el seguimiento de la población de lombrices cada siete días y durante un periodo de 11 semanas para determinar: biomasa total mediante pesaje en balanza técnica y número de capullos, de acuerdo con las recomendaciones metodológicas de Morales (2008).

Una vez eclosionados los capullos, se contaron las nuevas lombrices (generación filial), con el objetivo de determinar la fecundidad o cantidad de lombrices nacidas de cada capullo, a lo largo del periodo total de estudio.

Las unidades experimentales se distribuyeron según diseño completamente aleatorizado, se calcularon el valor promedio y la desviación estándar por tratamiento y evaluación y se realizó análisis de regresión de las variables de respuesta contra el tiempo (semanas) para comparar la tendencia de los resultados, considerando al estiércol vacuno como contraste o patrón, dado que es el alimento para lombrices más utilizado en el país.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los indicadores de respuesta seleccionados solo

alcanzaron valores medibles en las variantes experimentales que incluyeron a los RMA en porciones del 25 % y el 50 % junto a la correspondiente cantidad de estiércol (tratamientos B; D y E en la Tabla 1).

Esa evidencia avala la inclusión de una fase de adecuación de los RMA mediante compostaje, como requisito previo a su uso en la elaboración de sustratos para lombricultura; similares recomendaciones hacen Acosta-Durán et al.

(2013), también al considerar el uso de residuos sólidos urbanos como fuente alimentaria en la obtención de sustratos orgánicos.

La Figura 1 muestra la variación en la biomasa de las lombrices, a través de su seguimiento con frecuencia semanal. Se observa una tendencia que puede desglosarse en dos fases: fase de ganancia de peso y fase de pérdida de peso, en los sustratos B (100 % EV), D (50 % RMA + 50 % EV) y E (25 % RMA + 75 % EV).

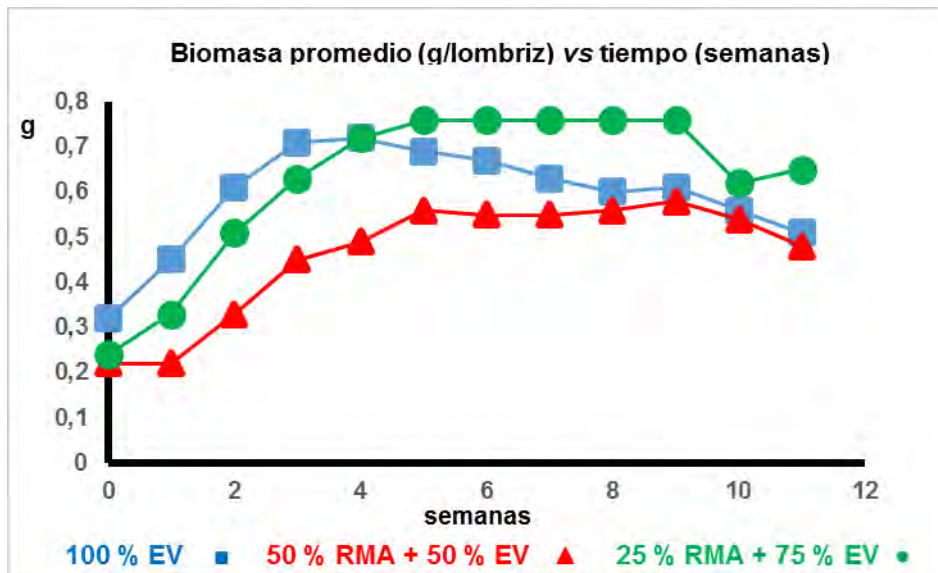


Figura 1. Variación de la biomasa promedio de las lombrices entre los estadios Juvenil y Adulto, como respuesta a diferentes fuentes alimenticias a partir de estiércol vacuno (EV) y residuos orgánicos de mercados agropecuarios (RMA).

Los resultados muestran un comportamiento similar de la variable frente a las distintas fuentes, con una respuesta más favorable al EV, lógica si se toma en cuenta que el mismo es un material ya descompuesto por un proceso digestivo que lo uniforma y estabiliza en sus características, mientras que los RMA, además del carácter heterogéneo y variable de su composición (incluyen productos tan diversos como hortalizas de hoja, raíces y tubérculos y frutas y flores, por citar los más comunes), no transitan por una transformación bioquímica y

física de manera simultánea, ni homogénea.

No obstante, su condición de productos de naturaleza orgánica y su común origen vegetal, también se expresó en la tendencia de los resultados obtenidos, ya que hay que considerar como punto de partida, que todos fueron aceptados por las lombrices al efectuarse la prueba de caja.

La similar tendencia ascendente de los tratamientos (B hasta la tercera semana; D y E hasta la quinta) indica que la calidad nutrimental de los diferentes sustratos satisfizo la demanda

del periodo inicial de crecimiento y desarrollo de los individuos juveniles en cada contenedor, lo que demuestra que los RMA son adecuados para estos fines en las proporciones evaluadas, ya que la respuesta de las lombrices a su inclusión en la dieta se mantiene constante, mientras que similar variable respecto a EV, descendió a partir de la cuarta semana del ensayo. Sin embargo, ese resultado no constituye una evidencia desfavorable contra el sustrato B, al que corresponde el inicio más temprano de la disminución de la biomasa de las lombrices.

Aira *et al.* (2007) han señalado que estos anélidos muestran una relación inversa entre la biomasa y la producción de capullos, porque la fase reproductiva implica un consumo energético

y una actividad metabólica, que conlleva a la disminución de la biomasa de los individuos durante la misma.

Esa puede ser la explicación a la ausencia de producción de capullos en el tratamiento D, asociable a la poca variación cuantitativa, observada para la biomasa de las lombrices y, también, a que para el tratamiento E, se logre producción de capullos pero en menor cuantía que en el tratamiento B. Similar orden de respuesta encontraron Mayorga y Urey (2015), al evaluar frente a estiércol vacuno y residuos sólidos orgánicos urbanos y sus mezclas, el crecimiento de *E. foetida* y *Eudrillus* sp.

La Tabla 2 muestra los modelos matemáticos que describen lo anterior, incluidos sus parámetros estadísticos.

Tabla 2. Funciones cuadráticas (biomasa/lombriz vs tiempo) para el tránsito de individuos juveniles a adultos, como respuesta de *E. andrei* a diferentes sustratos alimenticios (B; D y E).

Sustrato/Ecuación	R ² y significación estadística	Tiempo a biomasa/lombriz máxima (semanas/días)	Valor máximo para y (g)
B/ $y = -0,0092 x^2 + 0,1092 x + 0,378$	0,81*	5,93 / 41,5	0,71
D/ $y = -0,0069 x^2 + 0,105 x + 0,1758$	0,96**	7,60 / 53,2	0,57
E/ $y = -0,0114 x^2 + 0,1595 x + 0,23$	0,96**	6,99 / 48,9	0,79

La falta de respuesta en los restantes tratamientos, se puede asociar a los valores de pH iniciales en los RMA ($8,99 \pm 0,10$), inadecuados para las lombrices, según documentan Mamani *et al.* (2012), al obtener un 88,64 % de mortalidad, en lombrices crecidas en sustratos preparados a partir de restos de cocina con valores de pH de 8,64 y, Santamaría y Ferrera (2002), tras usar estiércol vacuno con pH = 9,7 y observar igualmente alta mortalidad en las lombrices. Otro factor asociado con la mayor presencia de RMA en las mezclas, es la mayor generación de gases (dióxido de carbono, metano y óxido nitroso), como resultado de su

descomposición, por lo que es evidente que se alcanzan niveles que resultan nocivos o tóxicos para las lombrices.

La dinámica del crecimiento y desarrollo de los individuos juveniles, expresados en el aumento de su biomasa, es descrita con elevado ajuste matemático ($R^2 \geq 0,80$) por los modelos cuadráticos ajustados.

En los tres casos se describe la misma tendencia; sin embargo, se demora más la llegada al punto de inflexión, con el incremento de la fracción de RMA en el sustrato, mientras la biomasa de las lombrices es máxima con el sustrato E.

Otros criterios a tomar en cuenta, los brindan Moreno *et al.* (2010) y Nogales *et al.* (2014b) quienes destacan la relación existente entre la cantidad de lombrices consumiendo y la disponibilidad y calidad nutritiva del alimento, como factor que influye en los cambios en la biomasa de las mismas; obsérvese que entre las semanas 5 y 8 se alcanzó el mayor valor de la variable estudiada, lo que puede indicar también, no solo el agotamiento de las fuentes alimenticias, sino la conveniencia de evaluar igualmente, cuando de proponer nuevos sustratos o fuentes de alimentación se trate, la cantidad o masa crítica de lombrices (densidad de población), por unidad de masa de material o producto a consumir.

Similares resultados fueron obtenidos por Hernández *et al.* (2006), al evaluar los cambios en la biomasa de *Eisenia andrei*, usando estiércol vacuno como sustrato y obtener aumentos en dicha variable, solo hasta la sexta semana.

Igualmente, Sainz (2001), Morales (2008) y Hang *et al.* (2015) discuten en sus respectivos informes la relación entre, variación en la biomasa de lombrices y calidad de estiércoles como sustrato, a partir del origen diverso de ese material, en cuanto a animales que lo generan y sus respectivas alimentaciones.

El crecimiento y desarrollo de las lombrices en los sustratos B, D y E según se ha descrito, dio lugar a la formación de clitelo, que marca el inicio de su madurez sexual (Schuldt *et al.*, 2005); esos autores establecen como masa mínima al inicio de la etapa, no menos de 0,25 g con independencia de la dieta consumida; es posible lograr valores superiores a esa cifra pero no se relacionan, de acuerdo con Nogales *et al.* (2014a), con aumentos en la posterior producción de capullos, tal como ocurrió en este caso.

En la Figura 2 se puede observar el comportamiento de la producción de capullos, para los tratamientos que llegaron a fase reproductiva (B y E).

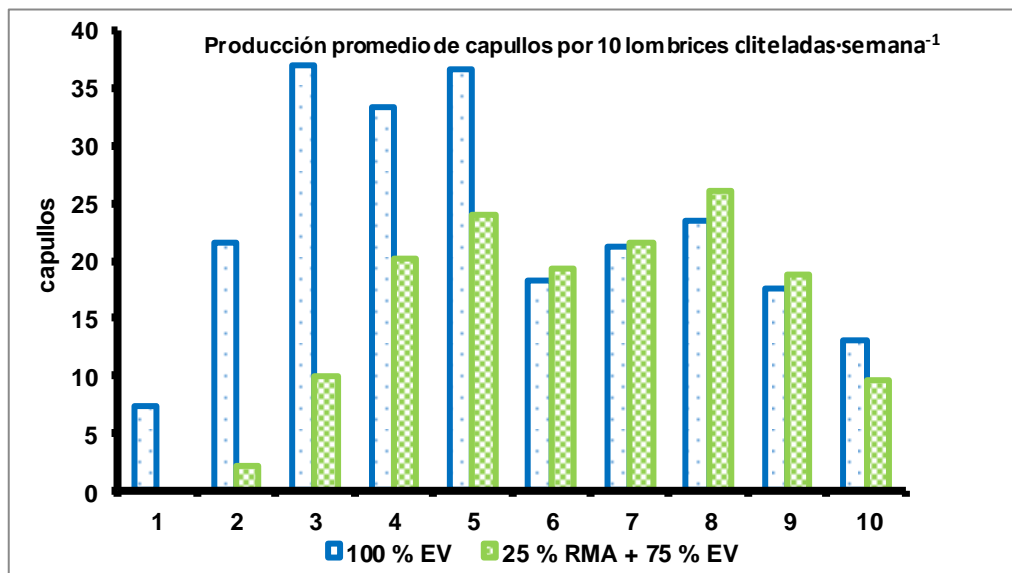


Figura 2. Tendencia de la producción promedio de capullos por muestras de 10 individuos de la especie *E. andrei* crecida en diferentes sustratos alimenticios (B: 100 % de estiércol vacuno y E: 75 % de estiércol vacuno + 25 % de RMA)

Si bien las tendencias son similares, se observa una demora en el inicio de la fase reproductiva en el caso del sustrato E, coherente con los resultados modelados para el aumento de biomasa según las funciones matemáticas, la diferencia en el tiempo requerido para llegar al máximo valor de biomasa entre ambos tratamientos (B: 5,93 semanas y E: 6,99 semanas), es la misma que se dio para la entrada de las lombrices en producción de capullos.

Hay dos etapas bien definidas, una primera etapa durante la cual se alcanzaron los mayores valores, con independencia del tratamiento observado y que va hasta la quinta semana y otra, de producción notablemente inferior, desde ese momento hasta el final del experimento.

Coincide la primera etapa con el momento de mayor formación de biomasa, lo que indica que el sustrato es suficientemente nutritivo y abundante, como para sostener tanto el desarrollo de los anélidos, desde juveniles a adultos, como para soportar su reproducción.

Esta tendencia ha sido identificada también por

autores como Mayorga y Urey (2015) y Romero *et al.* (2018), a partir de estudios afines.

La modelación matemática de la producción de capullos durante la primera etapa, se muestra en la Tabla 3a.

Se observa una fuerte relación lineal entre las variables relacionadas, lo que corrobora el criterio de calidad y disponibilidad de sustrato, durante esta fase.

Autores como Flores-Pacheco *et al.* (2018) reportaron, que cambios en las fuentes de alimentación desde estiércoles a sus mezclas con basuras orgánicas y restos vegetales, implicaron reducción en la tasa de consumo de las mismas, que se expresaron en retrasos temporales en el aumento de la biomasa y en el rendimiento productivo de *E. foetida* y *Eudrillus* sp. y argumentaron que las lombrices pueden seleccionar al estiércol, entre otras fuentes alimenticias disponibles, lo que supone la existencia de un periodo de adaptación al nuevo alimento. Así podría explicarse la demora en llegar a la fase reproductiva, que ocurrió con el sustrato E, respecto a su similar B.

Tabla 3a. Análisis de regresión. Producción promedio de capullos vs tiempo (semanas) por muestras de 10 individuos adultos de la especie *E. andrei* crecidos en diferentes sustratos alimenticios (B: 100 % de estiércol vacuno y E: 75 % de estiércol vacuno + 25 % de RMA) (primera etapa).

Sustrato/Ecuación	R ² y significación estadística	Tiempo a producción máxima de capullos (semanas/días)	Y MÁXIMA (capullos)
B/ $y = -2,93x^2 + 24,60x - 14,36$	0,951**	4,20 / 29,4	37,3
E/ $y = 6,64x - 8,52$	0,962**	no procede	no procede

Durante la segunda etapa, se pone de manifiesto que las lombrices han agotado el contenido nutricional de los sustratos y aunque no se interrumpe la fase reproductiva, sí se reduce su intensidad, junto con la disminución de la biomasa en el caso del sustrato B y el

mantenimiento prácticamente constante de la tasa de variación de la biomasa promedio de las lombrices, en el caso del sustrato E.

El análisis de regresión correspondiente se muestra en la Tabla 3b.

Tabla 3b. Análisis de regresión producción promedio de capullos vs tiempo (semanas) por muestras de 10 individuos adultos de la especie *E. andrei* crecidos en diferentes sustratos alimenticios (B: 100 % de estiércol vacuno y E: 75 % de estiércol vacuno + 25 % de RMA) (segunda etapa).

Sustrato/Ecuación	R ² y significación estadística	Tiempo a producción máxima de capullos (semanas/días)	Y _{MÁXIMA} (capullos)
B/ $y = -1,66x^2 + 25,11x - 72,90$	0,930**	7,56 / 52,9	22
E/ $y = -2,46x^2 + 37,10x - 115,34$	0,933**	7,57 / 53,0	25

La coincidencia observada es otra prueba de que la calidad nutrimental de ambos sustratos, no solo se ha reducido, también se ha igualado y ratifica las potencialidades del empleo de RMA, en la lombricultura.

Mayorga y Urey (2015) ofrecen una interpretación similar a la disminución de la producción de capullos durante el vermicompostaje de residuos sólidos urbanos orgánicos; igualmente se coincide con David-Santoya et al. (2018), quienes destacan las ventajas del estiércol, frente a sus mezclas con diferentes residuos vegetales, en términos de supervivencia y reproducción de *E. andrei*.

Finalmente, la fecundidad reflejó mejores condiciones para el sustrato B (1,54) e indicó, también, aspectos a tomar en cuenta a futuro, en la fundamentación técnica del empleo de RMA (sustrato E: 0,80) con fines de lombricultivo, para mejorar la respuesta obtenida en este caso.

Esa recomendación refiere a propiedades como la relación C/N (Romero et al., 2018); el tiempo o forma de conducir la fase de precompostaje o adecuación (Arozarena et al., 2001); la densidad crítica de población de lombrices (Mayorga y Urey, 2015) y la evaluación de otros estiércoles (Flores-Pacheco et al., 2015), en la preparación del sustrato alimenticio.

CONCLUSIONES

- ✓ Los residuos sólidos de mercados agropecuarios (RMA) constituyen un material de posible uso como componente

de sustratos alimenticios en la tecnología de lombricultivo.

- ✓ La mezcla (V/V) de un 25 % de RMA con un 75 % de Estiércol Vacuno (EV) como alimento para lombrices de la especie *E. andrei*, ofrece resultados satisfactorios en términos de tasa de variación de la biomasa de las lombrices y semeja la tendencia de los resultados obtenidos con EV, para la variable producción de capullos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta-Durán, C.; Solís-Pérez, O.; Villegas-Torres, O. y Cardoso-Viguero, L. (2013). Pre composteo de residuos orgánicos y su efecto en la dinámica poblacional de *Eisenia foetida*. Agronomía Costarricense, 37(1): 127-139. ISSN: 0377-9424.
- Aira, M.; Domínguez, J.; Monroy, F. y Velando, A. (2007). Stress promotes changes in resource allocation to growth and reproduction in a simultaneous hermaphrodite within determinate growth. Biological Journal of the Linnean Society, 91: 593 - 600.
- Arozarena, N.J.; González, R.; González, A.; González, P.L.; Pozo, J.L.; Ramos, H.; Fernández, J.; Sánchez, M.; Sosa, M.O. y García, I. (2001). Solid Urban Wastes as a source of organic substratum for agriculture: Minimum period of composting before use them as earthworm food.

- Revista Latinoamericana de Química 29 (Suplemento Especial), 125 p.
- David-Santoya, J.J.; Gómez, R.; Jarquín, A. y Villanueva, G. (2018). Caracterización de vermicompostas y su efecto en la germinación y crecimiento de *Capsicum chinense* Jacquin. Ecosistemas y recursos agropecuarios, 5(14):181-190. ISSN 2007-9028.
- Flores, J.A.; Romero, O.; Vivas, E.; Lacayo, J. y Cassell's, R. (2018). Evaluación de la viabilidad de distintas dietas para la producción de lombrihumus con las especies *Eisenia foetida* y *Eudrillus* sp. Nexa Revista Científica, 31 (1): 28-46. ISSN-E 1995-9516.
- García, M.E. y Zanor, G.A. (2015). Producción de abonos orgánicos enriquecidos para el mejoramiento de suelos de uso agrícola. Revista de Divulgación Científica Jóvenes en la Ciencia, 1(2): 1799-1803.
- Hang, S.; Castán, E.; Negro, G.; Daghero, A.; Buffa, E.; Ringuelet, A.; Satti, P. y Mazzarino, M.J. (2015). Compostaje de estiércol de feedlot con aserrín/viruta: características del proceso y del producto final. Revista Agriscientia, 32(1): 55-65. ISSN 1668-298X.
- Hernández, J.A.; Contreras, C.; Palma, R.; Faria, A. y Pietrosevoli, S. (2006). Efecto de los restos de la industrialización de la palma aceitera sobre las etapas de crecimiento y reproducción de la lombriz roja (*Eisenia andrei*). Revista LUZ, 23: 315-325. ISSN 0378-7818.
- Martínez, R.F.; Calero, B.J.; Nogales, R. y Rovesti, L. (2003). Lombricultura. Manual práctico. Instituto de Suelos, Ediciones MINREX, La Habana, Cuba, 99 p.
- Martínez, C.; Maza, L.; Arroyo, Y.; Meza, M.; Castro, J. y Vergara, O. (2018). Evaluación reproductiva de la lombriz roja californiana *Eisenia foetida* alimentada con diferentes sustratos en el trópico bajo colombiano. Livestock Research for Rural Development, 30(2):1-8.
- Mamani, G.; Mamani, F.; Sainz, H. y Villca, R. (2012). Comportamiento de la lombriz roja (*Eisenia* spp.) en sistemas de vermicompostaje de residuos orgánicos. Journal of the Selva Andina Research Society, 3(1): 44-54. ISSN 2072-9308.
- Mayorga, K.F. y Urey D.S. (2015). Evaluación de la reproducción de lombrices de tierra Roja Californiana (*Eisenia foetida*), Roja Cubana (*Eudrillus* sp) y características químicas del lombricompost con diferentes residuos orgánicos. Tesis presentada en Opción al Título de Ingeniería en Agroecología Tropical. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Facultad de Ciencias y Tecnología, Nicaragua. 51 p.
- Morales, A. (2008). Efecto del empleo de residuales sólidos orgánicos convencionales y no convencionales en la población de *Eisenia foetida* durante el proceso de lombricultura. Tesis presentada en Opción al Título de Master en Ciencias del Suelo. Mención: Biología de Suelos. Universidad Agraria de La Habana, Cuba. 100 p.
- Moreno, A.; Sánchez, D.; Rodríguez, N.; Rangel, N. L.; López, I. y Martínez, V. (2010). Comportamiento reproductivo de lombrices *Eisenia foetida* durante el ciclo otoño-invierno en diferentes estiércoles. – Coahuila, México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 20 p. ISBN 978-968-844-061-2
- Nogales, R.; Calvo, F.; Romero, E.; Cifuentes, C.; Molina, E. y Fernández, M.J. (2014 a). Efecto fertilizante del vermicompost de estiércol de oveja suplementado con destrios de tomate obtenido mediante un

- sistema de alimentación continua. En: De residuo a recurso. Estrategia de gestión, tratamiento y valorización. Red Española de Compostaje, 218- 222 p. ISBN: 978-84-617-2429-1.
- Nogales, R.; Romero, E. y Fernández, M.J. (2014 b). De residuo a recurso. El camino hacia la sostenibilidad. Capítulo V. Vermicompostaje: Procesos, productos y aplicaciones. Ediciones Mundi-Prensa. 159 p. ISBN 978-84-8476-693-3.
- Oficina Nacional de Normalización (NC) (2014). Humus de lombriz. Determinación de pH, Conductividad eléctrica, cloruro y sodio solubles. NC 1019: 2014. La Habana: Oficina Nacional de Normalización.
- Quispe, A. (2015). El valor potencial de los residuos sólidos orgánicos, rurales y urbanos para la sostenibilidad de la agricultura. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 6(1):83-95. ISSN 2007-0934.
- Romero, C.O.; Ocampo, J.; Sandoval, E. y Tobar, J.R. (2018). Evaluación de sustratos para la producción de lombriz de tierra (*Eisenia foetida*). Revista Centro Agrícola, 45(4): 68-74. ISSN: 2072-2001.
- Sainz, H. (2001). Reutilización de residuos del olivar en procesos de vermicompostaje: Estudio de generalización. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas, Universidad de Vigo, Estación Experimental del Zaidin, España, 110 p.
- Santamaría, S. y Ferrera, R. (2002). Dinámica poblacional de *Eisenia andrei* (Bouché 1972) en diferentes residuos orgánicos. Terra Latinoamericana, 20(3): 303-310. ISSN: 2395-8030.
- Schuldt, M.; Rumi, A. y Gutiérrez, D. (2005). Determinación de "edades" (clases) en poblaciones de *Eisenia fetida* (Annelida: Lumbricidae) y sus implicancias reprobilógicas. Zoología, 17 (170): 1-10. ISSN 0376-4638.
- Villegas, V.M. y Laines J.R. (2017a). Vermicompostaje: II. avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 8(2): 407-421. ISSN 2007-0934.
- Villegas, V.M. y Laines, J.R. (2017b). Vermicompostaje: I. avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 8(2):393-406. ISSN 2007-0934.

Fecha de recepción: 23 abril 2020

Fecha de aceptación: 30 noviembre 2020

Agrotecnia de Cuba

ISSN impresa: 0568-3114

ISSN digital: 2414- 4673

<http://www.grupoagricoladecuba.gag.cu>

