

IMPACTO DEL CONTROL DE LA HUMEDAD SOBRE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE LOMBRICULTURA.

Clara García Ramos¹; Francisco Martínez Rodríguez¹; Reinaldo Cun González²; Teresa Forbes López¹; Sergio Chiroles Rubalcaba³; Luz del Alba Mustelier¹; Amalia Morales Valdés¹; Edelmira Arias Márquez¹; Alina Miranda Galuzzo⁴; Lisis Martínez Martí⁴; Ania Cabrera Díaz⁴ y Niurka Rodríguez Frade⁴

1. Instituto de Suelos. Autopista Costa-Costa, Km. 8½., Apdo. 8022, C.P., 10800, Capdevila, Boyeros. Telf. 645-1166 645-1388. Emil: biosuel@minag.cu
2. Instituto de investigaciones de Riego y Drenaje.
3. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología.
4. Laboratorio de Análisis de Residuos.

INTRODUCCIÓN

Estudios realizados en Cuba, han demostrado la eficacia de aplicar extractos líquidos de humus de lombriz sobre el desarrollo y crecimiento de algunos cultivos donde se establece que la mayor parte de la fracción soluble en medio acuoso es de naturaleza inorgánica y los componentes orgánicos presentes tienen características fulváticas, formadas por moléculas de bajo peso molecular y bajo grado de humificación, estos últimos son las sustancias responsables de la actividad estimulante (Garcés y col., 2002 y Martínez y col., 2004). Dentro de esta fracción soluble entran los elementos nutritivos más valiosos para las plantas, de ahí la importancia de tener en cuenta en el sistema de Lombricultura, el volumen de agua que se debe añadir pues con un exceso se pueden perder a través del lavado elementos nutritivos, con el consecuente impacto sobre la calidad del humus final.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el área de lombricultura del Instituto de Suelos utilizando como material biológico la especie de lombriz *Eisenia foetida* y empleándose como variantes el riego controlado y riego sin controlar. Como alimento para la lombriz se utilizaron los siguientes residuales: Estiércol Vacuno y Estiércol de Conejo. Estos se adecuaron para ponerlos en condiciones de ser ingeridas por las lombrices. Una vez que el residual se adecuó, se tomaron muestras de los mismos para determinar las características químicas y microbiológicas.

En el experimento se utilizó canaletas divididas en 8 secciones de 0,34 m² cada una y se dispuso el residual en una capa de 10 cm. Se montaron 4 réplicas para cada variante y se determinó la humedad a cada residual. A continuación se adicionaron 20 litros de agua a cada sección hasta la saturación del sustrato y se dejó en reposo hasta que finalizó el drenaje. El líquido lixiviado se colectó, se midió y se tomó una muestra para su caracterización química y microbiológica, según los métodos empleados en el Instituto de Suelos y el Laboratorio de Microbiología de Aguas del Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM)

Posteriormente se realizó un muestreo durante 15 días para determinar la humedad de cada residual (4 muestras con el pesafiltro) y la densidad (4 muestras con los cilindros), hasta que se observó resequedad en el sustrato. Cuando el estiércol alcanzó el 85% de humedad, se adicionaron 1000 lombrices a cada sección de la canaleta, compuestas por individuos juveniles y adultos y se continuó el control de la humedad para restituir el agua en caso necesario en la variante de humedad controlada. En la variante donde no se controló la humedad se adicionó el agua según la metodología del “puño” descrito por Martínez y col en el año 2004. El lixiviado se midió y se tomó muestras para caracterizarlo química y microbiológicamente. El cultivo se desarrolló según lo recomendado por Martínez y col en el año 2004.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de la capacidad máxima de retención de humedad (CMRH)

En la tabla 1 se observa la CMRH y la densidad de los residuales utilizados. La CMRH fue superior en el estiércol vacuno lo que pudiera estar relacionado con las características físicas del residual. El dato significa que habría que utilizar un mayor volumen de agua para mantener la humedad óptima recomendada para el cultivo de lombrices en el estiércol vacuno.

Tabla 1. Capacidad máxima de retención de humedad y densidad de los residuales en estudio.

Residual	Densidad aparente (Da)	Humedad gravimétrica. ($\theta g \% pss$)		
		Limite superior de humedad.	85 %	75 %
Estiércol Vacuno	0.24	364,19	309,56	273.14
Estiércol de Conejo	0.17	238.92	203.08	179.19

En los gráficos 1 y 2 se observa la dinámica de la humedad en los residuales al transcurrir el tiempo.

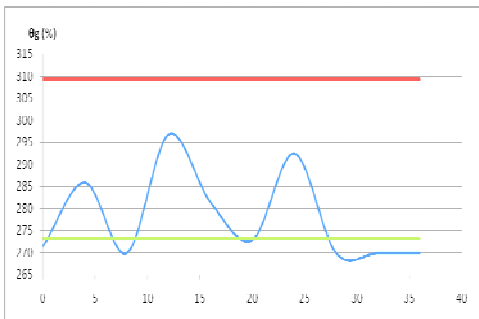


Gráfico 1. Dinámica de la humedad en el Estiércol Vacuno

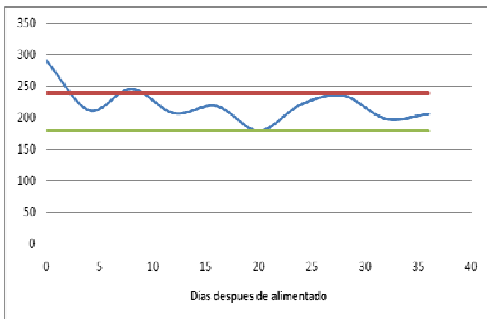


Gráfico 2. Dinámica de la humedad en el Estiércol de Conejo

El Estiércol Vacuno durante el experimento no alcanzó el 85 % de la humedad recomendada para el cultivo de las lombrices según (García, 2003; Reines y col., 2004 y Martínez y col.,

2004), estos autores recomiendan un rango de humedad entre un 75-85%. A pesar de esto se observó una alta densidad de lombrices, incluso superior a lo recomendado por estos autores. En el Estiércol de Conejo se logró que la humedad se mantuviera en el rango óptimo recomendado para el desarrollo óptimo de la población de lombrices.

En los Gráficos 3 y 4 se observan los valores de la Densidad Aparente en los residuales, apreciándose una tendencia a disminuir con el paso del tiempo. Esto puede ser debido a que ocurre pérdida de peso en el material de partida producto de la transformación de estos residuales.

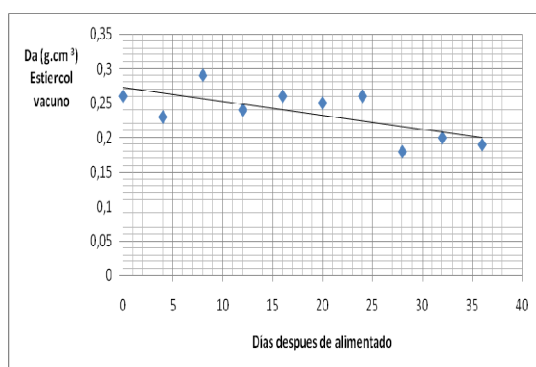


Gráfico 3. Densidad Aparente en el Estiércol Vacuno

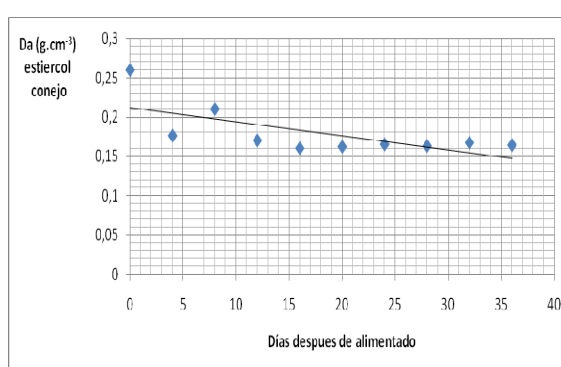


Gráfico 4. Densidad Aparente en el Estiércol de Conejo

En la tabla 2 se observa los parámetros de riego evaluados durante el experimento. Se puede apreciar que el volumen total de agua aplicado para los dos residuales fue mínimo cuando se tenía en cuenta el control de la humedad y se aprovechó el 100 % de agua en esta variante de riego al no ocurrir drenaje.

Tabla 2. Parámetros de riego evaluados durante el experimento con estiércol vacuno y estiércol de conejo.

Parámetros	Estiércol Vacuno		Estiércol de Conejo	
	Humedad Controlada	Humedad sin Controlar	Humedad Controlada	Humedad sin Controlar
Volumen total aplicado. (L.m ⁻²)	58.82	76.47	11.76	38.23
Número de riegos	10	6	2	5
Intervalo de riego. (días)	4	5	25	8
Dosis parcial. (L.m ⁻²)	5.88	12.73	5.88	7.64
Drenaje. (L.m ⁻²)	-	17.64	-	6.61
Agua aprovechada. (%)	100	76.9	100	82.71

Características químicas de los residuales utilizados en el experimento.

En la tabla 3 se observan las características químico-físico del material inicial antes de la inoculación de las lombrices. Los contenidos de pH en el Estiércol Vacuno son similares a los reportados por Garg y col en el 2006, quienes obtienen para estos residuales valores de pH en el rango de 8,0-8,4. Para el Estiércol de Conejo el pH fue de 6.4, motivo este por el que fue necesario adecuar el residual. El contenido de materia orgánica del estiércol de conejo es superior a lo reportado por Martínez y col., 2004; lo que puede estar relacionado con el lugar de procedencia del sustrato.

Tabla 3. Características químicas de los residuales al inicio del experimento.

Residuales	pH	Humedad	MO	Cenizas	Carbono Total
			g/kg ⁻¹		
Estiércol de Conejo	6.4	56.5	55.54	44.46	32.21
Estiércol Vacuno	8.7	124.9	86.87	13.13	47.19

Características biológicas de los residuales utilizados en el experimento.

En el Gráfico 5 se observan los valores de la respiración basal en el humus formado a partir de los residuales estudiados. Puede observarse que la actividad microbiana fue superior cuando se controló la humedad. Estos valores son similares a los obtenidos por Calero y col en el año 2005.

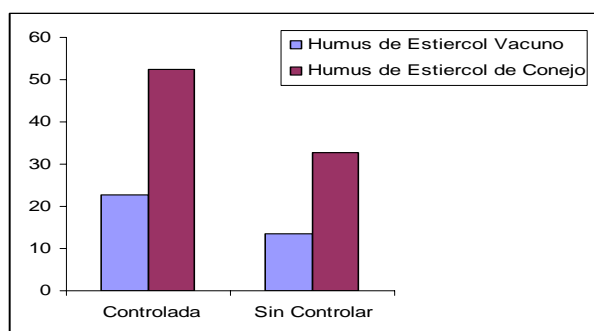


Gráfico 5. Valores de la respiración basal en el humus formado a partir de los residuales estudiados.

Indicadores de contaminación fecal en el lixiviado producido durante el experimento.

La tabla 4 muestra los valores de microorganismos patógenos presentes en el lixiviado producido durante el experimento. Los valores resultaron elevados, comparado con lo reportados por Organización Mundial de Salud en el año 2003, en ellos se establecen a los coliformes fecales como indicadores de la calidad microbiológica de las aguas recomendándose

que la presencia de los mismos debe ser $\leq 1000/100\text{ml}$ para considerar el agua de buena calidad microbiológica.

Tabla 4. Indicadores de contaminación fecal presentes en el lixiviado producido durante el sistema de lombricultura.

Residuales	Coliformes Totales NMP/100 mL	Coliformes Fecales NMP/100 mL	<i>Salmonella</i> ssp. (P/A)
Estiércol Vacuno	1050	1050	A
Estiércol de Conejo.	$\geq 1250 \times 10^3$	$\geq 1250 \times 10^3$	A

NMP: Número más probable. A: Ausencia

Los resultados anteriores nos sugieren la necesidad de continuar los estudios relacionados con la presencia de patógenos en el lixiviado pues trabajos realizados por Bartz y Showalter, 1981; Ibarra-Sánchez y col, 2004, Raj y col., 2005 y Franz en el año 2007 reportaron la habilidad de los microorganismos patógenos de internarse en los tejidos de frutas y hortalizas, por lo que podría representar un riesgo para la salud humana.

En la tabla 5 se reportan los valores de los microorganismos presentes en el humus líquido. En el mismo se puede apreciar que ocurrió una disminución muy notable para las dos variantes de tratamiento utilizadas en el experimento y cuando el material es transformado por las lombrices disminuye el contenido de microorganismos patógenos. Schuldt en el año 2003 refiere que las lombrices poseen una acción bactericida sobre los colibacilos patógenos. Los controles bacteriológicos realizados para evaluar la calidad del agua adicionada al humus fueron negativos.

Tabla 5. Indicadores de contaminación fecal presente en el humus líquido

Microorganismos	Controlada		Sin Controlar	
	Días			
	0	15	0	15
Coliformes totales NMP/100 mL	1100	301	600	<2
Coliformes fecales NMP/100 mL	1100	301	600	<2
Estreptococos fecales NMP/100 mL	8	4	4	4
<i>Salmonella</i> ssp (P/A)	A	A	A	A

A: Ausencia

CONCLUSIONES

- Continuar los estudios relacionados con la presencia de patógenos tanto en el lixiviado como en la solución acuosa de humus de lombriz.
- En la variante riego controlado la calidad del humus fue superior en cuanto a elementos nutritivos.
- Este resultado refuerza lo expresado en la resolución del Instituto de Suelos sobre el uso de este producto en la Agricultura.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bartz, J. y R.K. Showalter (1981). Infiltration of tomatoes by aqueous bacterial suspensions. *Phytopathology* 71: 515-518.
2. Franz, E (2007): Ecology and Risk Assessment of *E. coli* O157:H7 and *Salmonella typhimurium* in the Primary Production Chain of Lettuce. Doctoral thesis, Biological Farming Systems group, Wageningen University, the Netherlands.
3. Garcés. N., R. Marbot., R. Ramos., L. García., M. Díaz y J. Sánchez (2002): Sustancia con actividad biológica sobre las plantas en el producto Li Plant (Humus líquido). Resúmenes XIII Congreso Científico INCA, Pág. 103.
4. García, M (2003): “*Estudios de integración de la vermicultura a la producción porcina en Cuba*”. Tesis presentada en opción al Título Académico de Master en Producción Porcina. Instituto de Investigaciones Porcinas. Ministerio de la Agricultura Cuba.
5. Garg, V and Y Yadak (2006): Livestock excreta management through vermicomposting using an epigeic earthworm *Eisenia foetida*. *Environmentalist* 26: 269-276.
6. Ibarra-Sánchez, L. S., S Alvarado-Casillas, M.O. Rodríguez- García.(2004). Internalization of bacterial pathogens in tomatoes and their control by select chemical. *Journal of food protection* 67:1353-1358.
7. Martínez, F., B. Calero, R. Nogales y L. Rovesti (2003): *Lombricultura. Manual Práctico*. Ciudad de La Habana. 100 pp. Eds. Calero, B y Rovesti,
8. Martínez, F., Váldez, M., Bahamonde, A., Mena, M y Peña, E (2004): *Manual de Técnicas de Análisis Químicos para el Humus de Lombriz*. Agrinfor. La Habana Cuba, ISBN 959-246-084-1
9. Nogales, R (2001): *La lombricultura como alternativa para un desarrollo agrícola sostenible*. En: Memorias del 2do taller de suelos. Proyecto Biopreparados, Instituto de Suelos.
10. Raj, B. S., M. Chandra y R. Agarwal (2005). Interaction of *Salmonella enteritica* subspecies enteritica Serovar Typhimurium and mung bean (*Phaseolus aureus*) plants. *Journal of food protection* 68:476-481.
11. Reines, M, Loza, J y S. Honorio (2004). *Lombricultura. Una Biotecnología para la sustentabilidad*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara ISBN: 970-27. 0636-X, 2004
12. Rosal, A., Pérez, J. P., M. A. Arcos y M. Dios (2007): La incidencia de metales pesados en compost de Residuos Sólidos Urbanos y en su uso agronómico en España. *Información Tecnológica*. 15: 75-82.
13. Schuldt, M (2003): “*Lombricultura y Residuos Domiciliarios*”. *Rev.Patagonia*, No. 1, pp 18.
14. Zhang H and D. Halmilton, (1998). Sampling and analysis of animal manure. [Clay.agr.okstate.edu/animal waste/bindex.htm](http://Clay.agr.okstate.edu/animal%20waste/bindex.htm)