

Producción de abono orgánico a partir de pulpa de café mediante lombricompostaje como alternativa para reducir la contaminación de las cuencas¹

.....
Jackeline Siles²
Francisco Jiménez³
Jorge Faustino⁴
Donald Kass⁵

Palabras clave: lombricultura, *Eisenia fetida*, abono orgánico, pulpa de café, manejo de cuencas, Costa Rica.

¹ Basado en Siles, J. 1997. Producción de abono orgánico con pulpa de café mediante lombricompostaje. Tesis M.Sc., CATIE, Turrialba, Costa Rica.

² M.Sc. Manejo de Cuencas, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

³ Profesor Investigador, CATIE, Turrialba, Costa Rica.
E-mail: fjimenez@catie.ac.cr

⁴ Profesor Investigador Asociado, CATIE, Turrialba, Costa Rica.
E-mail: jfaustin@catie.ac.cr

⁵ Profesor Investigador Principal, CATIE, Turrialba, Costa Rica.
E-mail: dkass@catie.ac.cr

RESUMEN

La pulpa de café genera severos problemas de contaminación en las cuencas de América Central. La lombricultura es una alternativa apropiada para el aprovechamiento de este subproducto que permite mejorar los suelos, generar ingresos adicionales para los productores y contribuir a la sostenibilidad del ecosistema. En esta investigación se probaron tres métodos para preparar lombricompostaje utilizando pulpa de café: 1) suministro gradual (en capas) del sustrato y retiro total del lombricompostaje (SGRT), 2) suministro total del sustrato con retiro total del lombricompostaje (STRT) y 3) suministro total del sustrato con retiro gradual del lombricompostaje (STRG). Se utilizó pulpa de café con 28 días de descomposición aeróbica y la lombriz roja californiana (*Eisenia fetida*). El tratamiento SGRT tuvo el porcentaje más alto de transformación de pulpa a lombricompostaje. El número final de lombrices obtenido con el tratamiento SGRT no fue significativamente diferente del obtenido con el tratamiento STRT. La conversión más rápida de pulpa a lombricompostaje se obtuvo con los tratamientos SGRT y STRG. Se concluye que el tratamiento SGRT fue el método más eficiente para producir abono orgánico a partir de pulpa de café.

PRODUCTION OF ORGANIC FERTILISER FROM COFFEE PULP BY COMPOSTING WITH EARTHWORMS AS AN ALTERNATIVE TO REDUCE WATERSHED CONTAMINATION

ABSTRACT

Coffee pulp, which is a sub-product of coffee processing, causes severe problems of contamination in Central American watersheds. Earthworm cultivation is an appropriate technology for using this sub-product to improve soils, generate additional income for coffee producers and contribute to ecosystem sustainability.

In the present study, three methods of preparing earthworm compost from coffee pulp were tested: 1) gradual addition (in layers) of the substrate and total removal of the earthworm compost (GSOR), 2) total addition of the substrate and total removal of the earthworm compost (OSOR), and 3) total addition of the substrate and gradual removal of the earthworm compost (OSGR). Coffee pulp, which had undergone a 28 day period of aerobic decomposition, and the California red earthworm, *Eisenia fetida*, were used in the study. The GSOR treatment resulted in the highest percentage of transformation of coffee pulp to earthworm compost. The final number of earthworms in the GSOR treatment was not significantly different than that obtained in the OSOR treatment. The most rapid conversion of coffee pulp to earthworm compost was obtained with the GSOR and OSGR treatments. It was concluded that the GSOR treatment was the most efficient method of producing earthworm compost from coffee pulp.

INTRODUCCIÓN

En Costa Rica, el procesamiento agroindustrial del café genera cerca de 350.000 toneladas de pulpa por año (Coto, 1992; Alfaro y Rodríguez, 1994). La mayor parte de esa pulpa es amontonada y/o distribuida en los cafetales y otros campos agrícolas, generalmente en forma superficial, con lo que se pierde gran parte de su potencial nutricional y se ocasionan problemas de mal olor, proliferación de moscas, contaminación de aguas y mayor riesgo de enfermedades infecto-contagiosas. Además, por lo voluminoso del material y su alto contenido de humedad, el transporte, el manejo y la distribución en el campo resultan difíciles.

El manejo de los subproductos del café constituye un serio problema ambiental en las cuencas cafetaleras del país, situación que resulta agravada debido a que la mayoría de los beneficios (60%) se localizan cerca de zonas urbanas, principalmente en el Valle Central (Coto, 1992). Por ejemplo, en la cuenca del río Tárcoles (principal receptor de la carga orgánica del Valle Central), durante la cosecha 91-92, se procesaron 3.6 millones de fanegas de café, las que generaron 1.5 millones de fanegas de pulpa y mieles y 3 millones de m³ de aguas residuales (Coto, 1992).

El creciente interés en el uso de lombrices para la transformación de residuos orgánicos se apoya en el conocimiento de su potencial de crecimiento y desarrollo en sustratos poco tradicionales, como la pulpa del café y su capacidad de transformarlos en abono orgánico de calidad. El lombricompostaje es una tecnología adecuada y sana, que requiere poca inversión de energía, capital y equipo. Además, ofrece una alternativa ecológica al problema de la pulpa, integra varias actividades de la agroindustria cafetalera (beneficiado y uso de abono orgánico en semilleros, viveros y plantaciones establecidas) y otorga valor agregado a este subproducto que por muchos años fue un problema para las industrias.

El uso de lombrices para procesar desechos orgánicos, las condiciones ambientales adecuadas para su desarrollo y el efecto de diferentes densidades de población han sido estudiados por numerosos investigadores: Kaplan *et al.*, 1980; Edwards, 1988; Edwards y Bater, 1992; Reeh, 1992; Reinecke *et al.*, 1992; Domínguez y Edwards,

1997; Frederickson *et al.*, 1997. Una de las especies más promisorias para el procesamiento de desechos orgánicos es *Eisenia fetida*, conocida como lombriz roja (Edwards, 1988; Edwards y Bater, 1992). Algunas de las ventajas que presenta son: actividad superficial, alta tasa de reproducción, capacidad para minimizar la formación de malos olores y habilidad para colonizar rápidamente el material orgánico, transformándolo en abono útil (Vijoen y Reinecke, 1992).

El suministro del material de alimentación a las lombrices y el retiro del lombriabono puede realizarse en cualquiera de estas tres formas: 1) suministro gradual del sustrato con retiro total del abono: este método consiste en colocar en el lecho capas de alimento de 30 a 35 cm de altura y cosechar el abono después de que las lombrices lo procesan (Dávila y Ramírez, 1996); 2) suministro total del sustrato con retiro total del abono: consiste en colocar todo el sustrato de una vez, junto con las lombrices y recoger al final todo el lombriabono producido, para después limpiar y desinfectar el lecho (Riddle, 1997); 3) suministro total del sustrato con retiro gradual del abono: en este caso, el sustrato se encuentra desde el comienzo en los lechos o depósitos, se colocan las lombrices sobre ellos y se van retirando las capas del lombriabono formado (Aranda, 1992). Se desconoce cuál es el sistema de alimentación de las lombrices que resulta más eficiente para maximizar su reproducción y la producción de abono orgánico. El objetivo de este estudio fue comparar la eficiencia de los tres métodos de suministro de pulpa de café y retiro del lombriabono descritos, en términos del porcentaje de pulpa transformado en abono orgánico, la población de lombrices al final del estudio y el tiempo requerido para el procesamiento de la pulpa, así como estimar el potencial de *E. fetida*.

METODOLOGÍA

La investigación se realizó en San Isidro de El General, Costa Rica (703 msnm, 2934 mm de precipitación media anual y 23°C de temperatura promedio). La pulpa utilizada se recolectó y distribuyó sobre un piso de cemento, formando una capa de 20 cm de espesor que se removió una vez por semana durante 28 días. Se utilizaron canastas plásticas de 48 x 30,5 x 28,5 cm (0,042 m³) con perforaciones para el drenado y

lombrices adultas cliteladas; la densidad utilizada fue de 1300 individuos por canasta. Las canastas se regaron dos veces por semana para mantener la humedad del sustrato entre el 70 y el 80%

Los tratamientos fueron: a) suministro gradual del sustrato (en capas de 20 cm) y retiro total del lombriabono (SGRI) a los 52 días; b) suministro total del sustrato y retiro total del lombriabono (STRT) cuando finalizó el tratamiento (95% de pulpa procesada) y c) suministro total del sustrato y retiro cada dos semanas del lombriabono (STRG). El experimento tuvo un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, en el que cada canasta representaba una repetición

Al comienzo del estudio se determinó el peso y el volumen de la pulpa utilizada para alimentar las lombrices en cada tratamiento; al final se pesó y determinó el volumen del lombriabono producido y se calculó el porcentaje de pulpa transformado en lombriabono para cada tratamiento y repetición. Cuando el 95% de la pulpa de café había sido procesada, se determinó el total de lombrices por tratamiento, el número de días utilizado para procesar la pulpa y la cantidad de abono producido. A las variables se les realizó un análisis de varianza

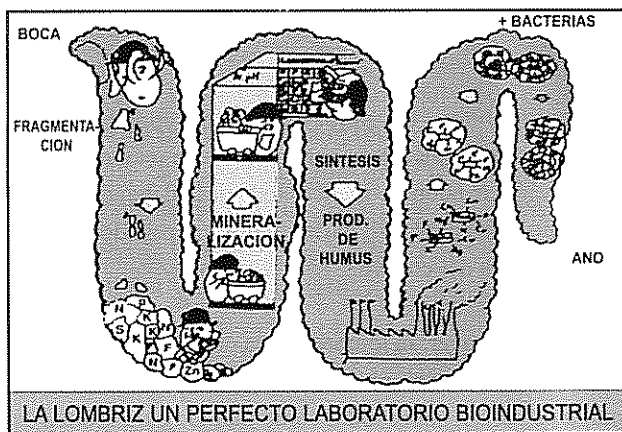


Diagrama de la lombriz roja (*Eisenia fetida*) y del proceso de transformación de la pulpa de café a través de su cuerpo (Diagrama J. Siles)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tratamientos difirieron ($p=0.05$) en términos del porcentaje de conversión de pulpa a lombriabono tanto en

base seca como en volumen (Cuadro 1). El mayor rendimiento de abono se obtuvo con SGRI y el menor con STRG. El efecto del peso inicial de la pulpa en cada canasta no influyó en forma significativa sobre el porcentaje de pulpa transformada. Dávila y Ramírez (1996) reportaron rendimientos de transformación de pulpa de café a lombriabono de entre 35 y 40% (base húmeda); estos valores son ligeramente inferiores a los obtenidos en este estudio con el mejor tratamiento (41% en base húmeda).

Cuadro 1. Porcentaje de pulpa transformada en lombriabono, con base en peso seco y volumen, según tratamientos.

Tratamientos	% peso seco	% de volumen
Suministro gradual de sustrato/retiro total del lombriabono	47,4 ^a	39,3 ^a
Suministro total de sustrato/retiro total del lombriabono	36,9 ^b	30,4 ^a
Suministro total del sustrato/retiro gradual del lombriabono	28,7 ^c	7,7 ^c

Medias con la misma letra en una columna no difieren significativamente (Tukey $p = 0.05$)

Las diferencias en los porcentajes de peso de pulpa transformada en abono para los diferentes tratamientos podrían deberse a la pulpa que se pierde en la parte superior de las canastas; en este sitio la pulpa se seca, se endurece y queda expuesta a la luz, lo que limita el acceso de las lombrices, que no transforman esta parte del sustrato. En el tratamiento STRG, cada vez que se retira el lombriabono se forma una nueva capa de pulpa seca que las lombrices no utilizan.

La tasa de transformación de la pulpa fue mayor para los tratamientos SGRI y STRG con 0.48 y 0.49 kg/día, respectivamente (Figura 1) El tratamiento STRT produjo una tasa de 0.38 kg/día, que es diferente ($p=0.05$) a la de los otros tratamientos. En la literatura no hay información sobre estudios similares con los cuales comparar los resultados de este trabajo. En todo caso, son evidentes las ventajas del suministro gradual del sustrato/retiro total del abono, en términos del porcentaje de pulpa transformada y la rapidez con que se procesó. De acuerdo con los datos correspondientes al periodo de estudio (52

días), este tratamiento representa un potencial de procesamiento de cuatro toneladas de pulpa por año por m³ de lecho (canastas plásticas).

El número total de lombrices al final del período de estudio fue mayor con el tratamiento STRI (Figura 2), donde pasó (en promedio) de 1300 a 7459 lombrices por canasta (0.042 m³). Este total no presentó diferencias estadísticas respecto al obtenido con el tratamiento SGRT, que fue de 6805 lombrices por unidad experimental. Con el método STRG, el número final de lombrices (3301) no alcanzó el 50% del obtenido con los otros tratamientos y fue estadísticamente diferente ($p=0.01$) de ambos. Es posible que el menor número de individuos en el tratamiento STRG se deba a la pérdida de las cápsulas (que contienen los huevos) depositadas por las lombrices en la capa de lombriabono que se retira; en los otros tratamientos, los huevos eclosionan normalmente. Las diferencias entre los tratamientos SGRT y STRI se pueden explicar por el estrés que sufren las lombrices cuando se agregan nuevas capas de sustrato en el tratamiento SGRT, material que en ese momento presenta características físicas, químicas y biológicas diferentes a las del sustrato del cual se han estado alimentando.

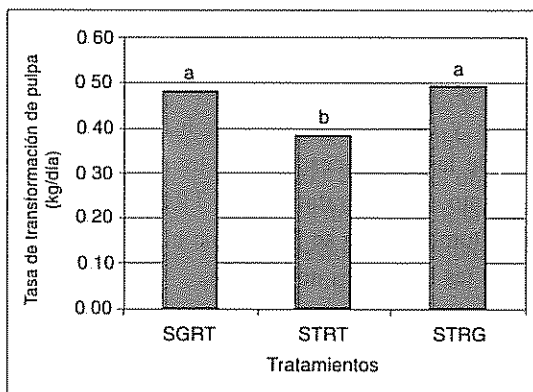


Figura 1. Cantidad de pulpa transformada por unidad de tiempo, para los diferentes tratamientos.

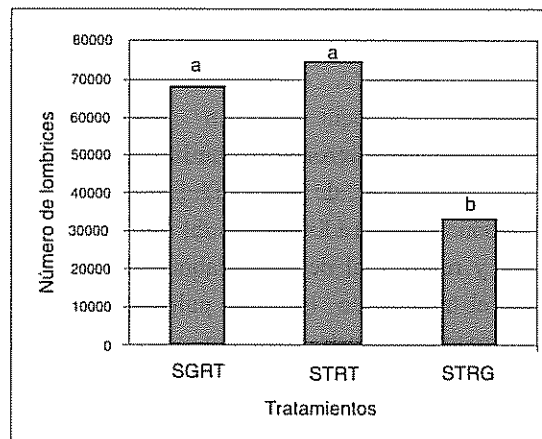


Figura 2. Número promedio de lombrices al final del periodo de estudio, para los diferentes tratamientos.

CONCLUSIONES

El suministro gradual de la pulpa de café (en capas de 20 cm de espesor) antes de que las lombrices terminen de consumir la capa de alimento anterior y la cosecha del lombriabono cuando se completa la capacidad de las canastas utilizadas como lecho fue el método más eficiente para producir abono orgánico a partir de pulpa de café.

El lombriabono de pulpa de café representa una alternativa ecológica para aprovechar este material en la producción de abono orgánico, reducir la dependencia de insumos externos y darle valor agregado a los subproductos del cultivo.

Se debe promover la lombricultura como una alternativa tecnológica para el manejo y aprovechamiento de la pulpa de café y, sobre todo, como una vía para reducir la contaminación ambiental y la degradación de las cuencas hidrográficas.



El lombriabono de la pulpa de café representa una alternativa ecológica para aprovechar este material en la producción de abono orgánico, reducir la dependencia de insumos externos y en darle valor agregado a los subproductos del café (Foto F. Jiménez).

BIBLIOGRAFÍA

- ALFARO, M. R.; RODRIGUEZ, J. J. 1994. Impacto ambiental del procesamiento del café en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 18: 217-225.
- ARANDA, E. 1992. El manejo de lombrices para la producción de abono orgánico de pulpa de café. *In* Simposio de Caficultura Latinoamericana (15, 1992, Xalapa, Veracruz, Méx.) Memoria. IICA. Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos A1/HN no 95-003 v. 2, [22] p.
- COTO, J.M. 1992. Contaminación del agua en Costa Rica por residuos del procesamientos del café y de la porcicultura. *In* Prevención de la contaminación del agua por la agricultura y actividades afines. Santiago, Chile, FAO. p. 124-133.
- DAVILA, M.; RAMIREZ, C. 1996. Lombricultura en pulpa de café. *Avances Técnicos*. Caldas, Col., Cenicafé. 11 p.
- DOMINGUEZ, J.; EDWARDS, C. 1997. Effects of stocking rate and moisture content on the growth and maturation of *Eisenia andrei* (Oligochaeta) in pig manure. *Soil Biology and Biochemistry* 29: 743-746.
- EDWARDS, C. 1988. Breakdown of animal, vegetable and industrial organic waste by earthworms. *In* Earthworms in waste and environmental management. Eds. C. Edwards; E. Neuhauser. The Netherlands, Academic Publishing. p. 21-31.
- _____; BATER, J. 1992. The use of earthworms in environmental management. *Soil Biology and Biochemistry* 24:1683-1692.
- FREDERICKSON, J.; BUTT, K.; MORRIS, R.; DANIEL, K. 1997. Combining vermiculture with traditional green waste composting systems. *Soil Biology and Biochemistry* 29:725-730.
- KAPLAN, D.; HARTENSTEIN, R.; NEUHAUSER, E.; MELECKI, M. 1980. Physicochemical requirements in the environment of the earthworm *Eisenia foetida*. *Soil Biology and Biochemistry* 12:347-352.
- REEH, U. 1992. Influence of population densities on growth and reproduction of the earthworm *Eisenia andrei* on pig manure. *Soil Biology and Biochemistry* 24:1327-1331.
- REINECKE, A.; VILJOEN, S.; SAAYMAN, R. 1992. The suitability of *Eudrilus eugeniae*, *Perionyx excavatus* and *Eisenia fetida* (Oligochaeta) for Vermicomposting in Southern Africa in terms of their temperature requirements. *Soil Biology and Biochemistry* 24:1295-1307.
- RIDDLE, D. 1997. Vermicomposting in the Carolinas. *Biocycle*. 38(1):71-72.
- VILJOEN, S.; REINECKE, A. 1992. The temperature requirements on the epigeic earthworm species *Eudrilus eugeniae* (Oligochaeta). A laboratory study. *Soil Biology and Biochemistry* 24:1345-1350.