



Julián Rojas, biólogo tropical especialista en manejo de recursos naturales, es administrador del Centro de Acopio Institucional del Programa Una Campus Sostenible de la Universidad Nacional.



David Benavides, químico industrial especialista en química ambiental, es coordinador del Módulo Técnico del Programa Una Campus Sostenible de la Una.



Adrián Rodríguez, biólogo tropical, es asistente en el Programa Una Campus Sostenible de la Una.

Diagnóstico sobre residuos sólidos orgánicos en la Universidad Nacional

.....| Julián Rojas, David Benavides y Adrián Rodríguez |.....



La generación de gases de efecto invernadero y la contaminación de los ecosistemas acuáticos son los problemas más comunes derivados de la proliferación de los residuos sólidos orgánicos, provocando agotamiento de oxígeno y calentamiento global (IPCC, 2007). Según Soto (2007), en América Latina y el Caribe los residuos sólidos orgánicos son los que se generan en mayor cantidad entre los residuos ordinarios: entre 30 y 60% de estos anualmente.

La recolección y el transporte de los residuos sólidos orgánicos representan un gran costo económico. Según una encuesta del Instituto Nacional de Estudios Sociales en Población, realizada en diciembre de 2011, un 34% de los generadores de residuos en el país no hacen separación de los sólidos por falta de costumbre, tiempo o conocimiento. Además, frecuentemente la disposición final de los residuos se realiza en sitios inadecuado: botaderos a cielo abierto, lotes baldíos y cuerpos de agua, provocando un gran impacto sobre el ambiente. Por otro lado, solamente 11 de los 49 vertederos, botaderos y rellenos sanitarios que hay registrados en el país cuentan con los requisitos para su adecuado funcionamiento, según el Ministerio de Salud (Núñez, 2012 enero 23).



Volver al índice

Aunque en la actualidad los residuos sólidos orgánicos se incorporan en muchos procesos productivos, tales como la alimentación animal (porcicultura, piscicultura), la producción de energía (combustible), la metanización (biogás) y el lombricompostaje (producción de biofertilizantes), entre otros (IDRC CIID 2002, Jiménez y Arias 2007), es necesaria una ley que abarque todos los ámbitos desde un punto de vista integral. Por ello, en junio del 2010 se aprobó la Ley N° 8839 para la gestión integral de residuos, la cual carece de contenido económico y de reglamento para su operación.

Ante la problemática existente con el manejo de los residuos, la Universidad Nacional ha acometido diversos estudios sobre la composición de los residuos sólidos ordinarios que demuestran que los residuos orgánicos generados durante el 2009 representan el 47% del total producido anualmente (Una-Campus Sostenible, 2009). Un diagnóstico realizado en 2009-2010 (Rojas, 2011) muestra que los residuos orgánicos crudos pueden ser fácilmente deshidratados, pre-tratados, manejados e incorporados al lombricompostaje, lo que no es posible con los residuos orgánicos cocinados.

La investigación de cuyos resultados aquí damos cuenta se realizó en cuatro sodas (cafeterías-comedores) del Campus Omar Dengo de la Universidad Nacional, y consistió en muestreos, de lunes a viernes entre el 27 de julio y el 21 de agosto de 2009, a partir de los que se evaluó y ejecutó una separación de los residuos sólidos

orgánicos. Se registraron datos sobre la tasa de generación (kg/día), procedencia (soda), peso según el tipo de residuo (si son crudos o cocinados), peso total (crudo + cocinado), fecha de acumulación y de recolección. Posteriormente se llevó a cabo el procesamiento por medio del lombricompostaje en una infraestructura, con unas dimensiones de 1 m (ancho) x 6 m (largo) x 0,6 m (alto), instalada en la Finca Experimental de Ciencias Agrarias, ubicada en Santa Lucía de Barva de Heredia. Se midió el porcentaje de humedad, se realizó una reducción de partículas a través de la trituración mecánica de los residuos sólidos orgánicos y se realizaron análisis químicos del lombrihumus en el Laboratorio de Análisis de Suelos y Foliarens en la Una; adicionalmente se midió el potencial de hidrógeno (pH), nitrógeno (N), materia orgánica (M.O) y carbono orgánico (C.O).

Las tasas de generación obtenidas para los residuos sólidos orgánicos en las cuatro sodas del Campus Omar Dengo revelaron que la que genera mayor cantidad es la llamada Padre, Royo con un 37% (277 kg/semana); y la de menor generación fue la soda de Biología, con un 13% (figura 1). El 75% del total de los residuos sólidos orgánicos de las sodas son crudos, compuestos mayoritariamente por cáscaras de plátano, piña, sandía, zanahoria, pepino, coliflor, lechuga y otros; y el 25% restante corresponde a residuos cocinados, cuyos principales componentes son arroz, frijoles, huesos, restos de pastas, puré, carne, picadillos y grasas (figura 1).

Los residuos sólidos orgánicos crudos son los que se generan en mayor cantidad en las sodas del Campus Omar Dengo.

En la distribución diaria de generación, el miércoles es el día en que se genera más residuos sólidos orgánicos: 22,2% (126 kg/semana), y el día que se genera menor cantidad es el viernes: 18,2% (103 kg/semana). Los residuos orgánicos crudos obtuvieron un promedio diario (\bar{X} día) equivalente a 113 kg/día, con una desviación estándar () de 10 kg/día (n=68).

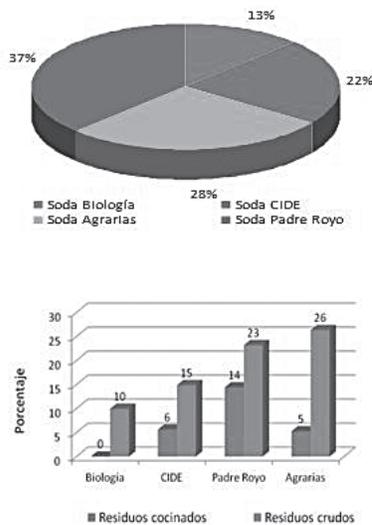


Figura 1. Residuos sólidos orgánicos generados por soda y tipo en el Campus Omar Dengo de la Una. Julio-agosto 2009.

En el procesamiento de los residuos sólidos orgánicos crudos por lombricompostaje se obtuvo un promedio de 3,5 kg/día, utilizando 0,5 kg de inóculo de lombrices en un volumen de 0,3 m³ (1 m largo x 1 m ancho por 0,3 m alto), necesarios para procesar 110 kg de residuos sólidos orgánicos.

Con respecto al análisis físico y químico del humus de residuos sólidos orgá-

nicos crudos, los valores de humedad fueron de aproximadamente 85% -en peso- en promedio y el valor de N₂ fue de 3,1%. El C.O y M.O de ambos humus (sustrato residuos sólidos orgánicos crudos y excretas) analizados presentaron proporcionalidad en cuanto a la relación carbono-nitrógeno, la cual determina la calidad del biofertilizante (lombrihumus) que se produjo (cuadro 1).

La relación carbono-nitrógeno en los humus fue <8 según el cuadro 1, lo que indica que los residuos sólidos orgánicos manejados producen un biofertilizante de buena calidad (A. Alpizar, comunicación personal, 28-8-2009). Esta relación representa la capacidad de mineralización y de transformarse en suelo.

Lombricompost	% N	% MO	% CO	% C/N	pH
Humus de los residuos de la soda Padre Royo ¹	3,1	40,8	23,7		10,2
Humus de excretas de bovina ²	2,1	22,1	12,8	6,1	7,2

1 Análisis químico del lombrihumus de los residuos sólidos orgánicos de las sodas.
 2 Análisis químico del lombrihumus de las excretas de bovinos de la FEECA.

En la evaluación de las tasas de generación de residuos sólidos orgánicos se encontró que existen dos tipos de acumulaciones: crudos y cocinados, donde los crudos son los que se generan en mayor cantidad (relación de generación 3/1). Los residuos sólidos orgánicos crudos presentaron mayor facilidad en manejo y pre-tratamiento, por lo que el costo de tiempo y manipulación fue menor, en comparación con los residuos sólidos orgánicos cocinados, que requirieron mayor seguimiento, manejo y control para estabilizar el pH por técnicas convencionales utilizando cal ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) (A. Alpízar, comunicación personal, 13-8-2009).

Se observó que los residuos sólidos orgánicos cocinados presentaban un pH ácido ($\text{pH}=4$) a los diferentes días en fermentación, debido a características propias como: concentraciones de sal, condimentos, grasas y aceites; por esta razón podrían presentar mayor dificultad de manejo por medio del lombricompostaje, debido a que las lombrices son sensibles a elementos sintéticos (Arrieta, 2004). Mientras que los residuos sólidos orgáni-

cos crudos presentaron un pH casi neutro ($\text{pH}=6,5$), sin realizar pre-compostaje, el cual fue tornándose ácido a través de los días en fermentación, posiblemente por los ácidos que este proceso genera in situ.

Los tiempos de procesamiento de los residuos sólidos orgánicos por parte de las lombrices está ligado y afectado por la humedad, ya que al superar la óptima proporción de humedad el tiempo de compostaje será mayor. En términos generales, controlando la humedad en el proceso la degradación es mayor que al utilizar otras técnicas para producir humus.

Se determinó que reducir el tamaño individual de los componentes de los residuos (hasta un 2,5 cm de diámetro o menor) facilita el posterior manejo y tratamiento de los residuos sólidos orgánicos crudos, ya que a menor volumen la relación área-volumen es mayor. Es así que los microorganismos pueden pre-digerir el sustrato más rápidamente y mejorar los tiempos del lombricompostaje.

En términos generales, evaluando la calidad del humus según la relación C-N podemos considerarlo de una calidad ópti-



Campus Omar Dengo,
Universidad Nacional.

ma y adecuado para la utilización con diferentes fines (forestal, proyectos de extensión y otros), conteniendo las condiciones para mineralizarse más rápido según la relación C-N (Ferrer et al 1997).

El aprovechamiento de los residuos orgánicos de las sodas por el método de lombricompostaje puede y debe implementarse haciendo alianzas entre los entes involucrados, con el fin de lograr un trabajo conjunto y exitoso, dándole un manejo adecuado al problema institucional de los residuos sólidos orgánicos y aprovechando la oportunidad para generar nuevos y eficientes biofertilizantes.

nicos de las sodas y procesamiento por lombricompostaje en el Campus Omar Dengo, Universidad Nacional. Proyecto de graduación de licenciatura. Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Costa Rica.

Soto, S. (2007). *Gestión integral de los Residuos Sólidos*. Decimotercer Informe del Estado de la nación en desarrollo Humano Sostenible, Costa Rica.

UNA-Campus Sostenible. (2009). *Estado de los Desechos Ordinarios en la Universidad Nacional, Heredia*. Diagnóstico de la Situación Actual y Alternativas para un Manejo Adecuado de los Desechos.

Referencias bibliográficas

Ferrer, J. et al (1997). Efecto del abono de bagazo de uva sobre la producción de materia seca en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.). *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 14: 55-65.

Hernández, D. (2002). Lombricultura contra contaminación ambiental. *Ambientico* (106): 20-21.

IPCC (Panel Gubernamental de cambio climático). (2007). *Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*, Ginebra, Suiza.

Jiménez, E. y C. Arias. (2007). Manejo de Desechos Sólidos Orgánicos Generados en Bares y Comedores de la ESPOL. *Revista Tecnológica ESPOL*, (20):177-182.

Núñez, L. (2012, 23 enero). Solo 11 de 49 depósitos para basura en el país están en regla. *La Nación*, 8A. Recuperado en <http://www.nacion.com/2012-01-23/El-País/solo-11-11-de-49-depositos-para-basura-en-el-país-están-en-reglas.aspx>

Rojas, J. (2011). *Diagnóstico de los residuos sólidos orgá-*