

COMUNICACIÓN BREVE / SHORT COMMUNICATION

**CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA,
CIUDAD DE MÉXICO**

Mariana RUIZ MORALES

Departamento de Ingenierías, Universidad Iberoamericana, Prolongación Paseo de la Reforma 880, Lomas de Santa Fe, México D.F. 01219, México. Email: mariana.ruiz@uia.mx

(recibido enero 2010, aceptado noviembre 2011)

Palabras clave: caracterización, reciclaje, residuos sólidos, Universidad Iberoamericana

RESUMEN

Como parte de un diagnóstico sobre el estado que guarda la generación, el manejo y la disposición de los residuos sólidos en la Universidad Iberoamericana, Ciudad de México (IBERO) y a fin de presentar propuestas que contribuyan al desarrollo sustentable de la institución, se realizó un estudio de cuantificación y caracterización en los años 2008 y 2009. Entre los resultados obtenidos está la generación total diaria que asciende a alrededor de 3.3 toneladas (0.33 kg/per cápita, 0.017 kg /m²). Se encontró que el 52 % del residuo generado es susceptible al proceso de composteo, 27 % es material reciclable y únicamente el 21 % es residuo que se destinaría a relleno sanitario. El porcentaje de residuos totales aprovechados actualmente en la IBERO asciende a 26.23 %, se recicla el 100 % del residuo de jardinería, el 1 % del residuo alimenticio, el 23 % del papel, el 16.5 % del cartón, el 1.8 % de las botellas de PET y el 4 % de las latas de aluminio. Siendo que los materiales de mayor generación son recuperables, se presentan algunas recomendaciones para mejorar el sistema actual de separación y recolección.

Key words: characterization, recycling, solid waste, Universidad Iberoamericana

ABSTRACT

This paper is part of an ongoing research on solid waste generation, management and disposal at Universidad Iberoamericana, Mexico City (IBERO). The paper covers a study on waste quantification and characterization that was conducted between the years of 2008 and 2009 in order to present proposals that contribute to sustainable development at the institution. Results show a daily waste generation of around 3.3 metric tons (0.33 kg/per person, 0.017 kg / m²). It was found that 52 % of solid waste at the university can be processed through composting; 27 % can be recycled, and only 21 % should go to a landfill. However, the actual percentage of total waste recovered by IBERO is 26.23 %, since the university recycles 100 % of yard waste, 1 % of food waste, 23 % of paper, 16.5 % of cardboard, and 1.8 % of PET bottles. Recommendations are presented in order to recover a larger amount of materials by implementing a more efficient collection system.

INTRODUCCIÓN

Diversos estudios sobre la generación y el reciclaje de residuos sólidos han sido llevados a cabo por universidades de todo el mundo en años recientes (Alcántara *et al.* 2005, Armijo *et al.* 2008, Espinosa *et al.* 2008, Fournier 2008). En la mayoría de los casos, la principal estrategia de reducción de residuos estriba en la utilización del papel por ambos lados, mientras que la principal estrategia de reuso se centra en la donación de muebles y equipos de cómputo (Atherton y Giurco 2011, Blumenstein 2008, Goral 2009). En cuanto al reciclaje de residuos orgánicos, 75 % de las principales universidades de Estados Unidos de América recicla los residuos de jardinería a través del composteo y 45 % los residuos de alimentos (Fournier 2008). En México, los estudios más relevantes son los llevados a cabo por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (Alcántara *et al.* 2005), la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) (Espinosa *et al.* 2008) y la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) (Armijo *et al.* 2008). Estos estudios coinciden en que los residuos generados por instituciones educativas contienen un alto porcentaje de materiales reciclables (superior al 60 %).

El objetivo general del presente estudio fue analizar la situación actual del manejo de residuos sólidos en el campus universitario a fin de presentar propuestas de mejora.

Los objetivos específicos son los siguientes:

1. Describir la situación actual del manejo de los residuos
2. Cuantificar el total de residuos sólidos generados en el campus universitario
3. Caracterizar los residuos generados a fin de determinar las opciones viables de disposición
4. Presentar propuestas de mejora al sistema de manejo de residuos.

Descripción del manejo de residuos en la Universidad Iberoamericana, Ciudad de México:

El manejo de los residuos sólidos en la Universidad Iberoamericana, Ciudad de México (IBERO) está a cargo de diferentes instancias según su lugar de generación y su tipo. El residuo general es recolectado de salones, talleres, laboratorios, oficinas y pasillos por el personal de intendencia, quien lo concentra en contenedores de mayor tamaño que son trasladados al Depósito General. En cuanto a los residuos reciclables (papel y cartón, latas de aluminio y botellas de PET),

es el Programa de Medio Ambiente quien está a cargo de su manejo. Para estos materiales se cuenta con contenedores de distinto color y claramente marcados, ubicados principalmente en las intersecciones de los edificios alrededor del campus, donde los materiales correspondientes pueden ser depositados por los usuarios. El personal de intendencia traslada estos materiales a los almacenes para residuos reciclables del Depósito General, de donde al menos una vez por semana, son enviados a empresas recicladoras y los ingresos obtenidos por ello son destinados a apoyar obras de carácter social. Los residuos generados en las cafeterías son entregados directamente al servicio de limpieza delegacional (sin trasladarse al Depósito General) manteniendo por separado los residuos orgánicos y los inorgánicos. Una pequeña porción de los residuos orgánicos de las cafeterías alimenta la Estación Experimental de Lombricomposta con que cuenta la universidad para llevar a cabo investigación y proyectos de vinculación académica. En cuanto al residuo orgánico, el total de los residuos provenientes de jardinería es llevado a la planta de composteo de la Delegación Álvaro Obregón.

MÉTODOS

La cuantificación y caracterización de los residuos sólidos totales se realizó conforme a la normatividad mexicana vigente (SECOFI 1985a, b, c), con un muestreo aleatorio estratificado (Cochran 1993), basado en la geoestadística y el análisis secuencial (Rupp y Jones 1993) entre diciembre de 2008 y marzo de 2009. Durante el estudio se analizaron, en diferentes días, los residuos en las tres ubicaciones físicas donde se concentran: el Depósito General, el Almacén de Residuos de la Cafetería El Trébol y el Almacén de Residuos de la Cafetería La Terraza, en un total de tres días y con una muestra según se detalla más adelante. Se requirió realizar diversas gestiones logísticas para poder acumular, en cada caso, los residuos generados en un lapso de 24 horas en el momento de mayor afluencia de usuarios en la universidad, a saber, en un día entre martes y jueves y en una semana dentro del semestre regular (otoño o primavera). Los resultados de esta investigación se refieren, por lo tanto, a una generación denominada típica máxima. La generación típica promedio consideraría para su cálculo los periodos de menor afluencia (lunes, viernes y sábado, verano y periodo inter-semestral).

Para calcular la generación per cápita, se consideró una población total de 11 700 personas según los

datos del semestre de primavera 2009 que incluye profesores de tiempo completo, empleados administrativos y de servicio, profesores de asignatura y población estudiantil de licenciatura y posgrado.

1) Cuantificación

El pesaje del total del residuo generado se llevó a cabo utilizando una báscula mecánica industrial con capacidad de 500 kg para el caso de las bolsas de residuo mixto y una báscula electrónica con capacidad de 50 kg para los residuos separados. Debido a factores climáticos, características físicas de las bolsas y de los residuos y a errores humanos, se estima la exactitud de este estudio en un +/-10 %. En todos los casos se llevó a cabo el pesaje total del residuo orgánico e inorgánico generado.

2) Muestreo y caracterización

Se seleccionó una muestra representativa para la caracterización por el método de cuarteo fijado por la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-22 (SECOFI 1985b). La muestra total para cuarteo fue de 347 kg y la muestra para caracterización fue de 96.3 kg. De la muestra para caracterización se seleccionaron los subproductos de acuerdo con la clasificación convenida y se pesaron por separado. A partir de estos datos se calculó la fracción en peso que cada uno de ellos representa en la muestra total y con este dato, aunado al total de residuos generados, se determinó la cantidad producida diariamente de cada subproducto.

A estos resultados se agregó el total de residuos sanitarios que se almacenan en un área adyacente al Depósito General destinada a ello, así como los residuos reciclables de los almacenes correspondientes. Además se calculó la generación diaria de residuos de jardinería y se añadió el total de lodos provenientes de la planta de tratamiento de agua que se generan en un día y con todo ello se calculó la generación total de residuos sólidos por tipo.

la IBERO de 193 517 m², por lo que se obtiene una generación de 0.017 kg de residuo/m². En cuanto al residuo alimenticio, se estima por observación directa que una tercera parte es residuo preconsumo (306 kg/día) y dos terceras partes es postconsumo (612 kg/día).

CUADRO I. COMPOSICIÓN DEL RESIDUO SÓLIDO EN LA IBERO

Subproducto	% en peso
Algodón y trapo	2.17
Bolsas de plástico mixto	1.98
Botellas y empaque de ensalada de PET	3.82
Cartón	5.40
Cartón encerado	0.83
Envase laminado de uso alimenticio (cartón encerado, aluminio y plástico)	0.35
Cajetillas de cigarro laminadas	0.23
Plástico mixto	2.05
Aluminio	1.66
Latas de conserva o aerosol	0.57
Madera	0.29
Papel	15.63
Poliestireno expandido	0.31
Residuos alimenticios	29.32
Bolsa aluminizada	0.58
Vidrio	2.33
Residuo sanitario	3.42
Residuo mixto de papelería	0.27
Otros	5.48
Lodos	1.97
Residuos de jardinería	21.33
TOTAL	99.99

A partir de los resultados de la composición del residuo obtenida, se observa que 52 % del residuo total en la IBERO es susceptible al proceso de composteo, 27 % es material reciclable y únicamente 21 % es residuo que se destinaría a relleno sanitario. Los porcentajes de materiales actualmente reciclados se muestran en el **cuadro II**.

RESULTADOS

La generación típica máxima de residuos sólidos en la IBERO, según el estudio realizado, asciende a 3375.3 kg por día con una distribución de subproductos por tipo según se muestra en el **cuadro I**.

Respecto a la generación per cápita, se consideró 90 % de la población total universitaria (equivalente a grosso modo a 10 000) y con este dato la generación per cápita resultó de 0.33 kg. Respecto a la generación por m², se tiene una superficie total en

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos a través del presente estudio son comparables con otros estudios realizados en México, aunque únicamente se encontraron dos estudios similares publicados, el de la UNAM (Alcántara *et al.* 2005) y el de la UABC (Armijo *et al.* 2008). Aunque estas universidades tienen una superficie y población muy superior a la IBERO, la generación de residuos per cápita y por m² es notablemente menor (UNAM: 0.11 kg/persona y

CUADRO II. PORCENTAJES DE MATERIAL RECICLADO EN LA IBERO POR TIPO.

Tipo de Material	Porcentaje reciclado
Botellas de PET	1.8
Cartón	16.5
Aluminio	4
Papel	23
Total inorgánico reciclable	17.4
Residuos alimenticios	1
Residuos de jardinería	100
Total orgánico	42.7
Residuo total	26.23

0.002 kg/m², UABC: 0.05 kg/persona y 0.003 kg/m², IBERO: 0.33 kg/persona y 0.017 kg/m²). Cabe resaltar que es necesario contar con información de investigaciones en diversas universidades a fin de poder determinar si existe un patrón de consumo diferencial entre estudiantes de universidades públicas y privadas que impacte en la generación de residuos sólidos. Un resultado de interés es que los residuos orgánicos en todos los casos analizados en México equivalen aproximadamente al 50 % del total generado y junto con papel y cartón equivalen aproximadamente al 70 % del total de residuos generados en las universidades.

El porcentaje de residuos totales aprovechados en la IBERO asciende a 26.23 % y se detectan numerosas oportunidades en cuanto al reciclaje puesto que los materiales de mayor generación y por lo tanto de mayor impacto ambiental son potencialmente recuperables. Estos son: residuos alimenticios, residuos de jardinería, papel, cartón y PET, que en conjunto representan el 78 % del residuo generado y ascienden a un total de aproximadamente dos y media toneladas diarias. El sistema actual para fomentar el reciclaje se centra en confiar en que los usuarios coloquen los residuos de 1) papel y cartón, 2) latas de aluminio y 3) botellas de PET en los botes diferenciados por color. Sin embargo, dado los bajos porcentajes de recuperación de estos materiales (es decir, su alta presencia en el flujo de residuos mezclados), se concluye que el sistema no es eficiente y que la población universitaria no está dispuesta a trasladarse hasta los botes diferenciados para colocar sus residuos reciclables donde pertenecen.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La determinación de cuáles son los materiales que tienen mayor impacto en el flujo de residuos sólidos permite que los planes de acción para su ma-

nejo sean elaborados con mayor certeza. A partir del estudio realizado se observan áreas de oportunidad tanto en la reducción de la generación de residuos sólidos, como en el incremento de la recuperación de los residuos reciclables, ya que sigue siendo una práctica común el colocar materiales potencialmente reciclables en los contenedores de residuo mixto. Es por ello que se recomienda analizar en un futuro la posibilidad de implementar un sistema de basureros diferenciados como “reciclables” y “no reciclables” alrededor del campus universitario, así como en los sitios de mayor generación de residuos, es decir, en los salones, talleres, laboratorios y oficinas, donde actualmente existe un único bote de basura mixta. El hecho de tener un bote específico para reciclables en cada lugar de trabajo permitiría mantener estos materiales separados a fin de que el personal de intendencia pudiera fácilmente disponer de ellos adecuadamente.

En todo sistema de gestión de residuos sólidos, la participación del personal de intendencia es de suma importancia para la separación y recolección de residuos. Su involucramiento no debe limitarse a su asignación de funciones sino a un convencimiento personal de la importancia del papel que juega su actividad en el impacto al ambiente. Se concluye, por lo tanto, que es necesario mejorar las estrategias de comunicación institucional para lograr una sensibilización de fondo que promueva la reducción de la generación de residuos y la eficiente separación de éstos para ser reciclados.

AGRADECIMIENTOS

La autora desea agradecer a las autoridades de la Universidad Iberoamericana las facilidades prestadas para la realización de la presente investigación, especialmente a: Biól. Dulce María Ramos, Mtra. Claudia Gardea y Mtro. José Luis Flores, así como a los alumnos que ayudaron en el estudio de campo.

REFERENCIAS

- Alcántara V., Cruz I. y Santos E. (2005). Caracterización y cuantificación de los residuos sólidos en ciudad universitaria. Memorias. Congreso Interamericano de Residuos. Mérida, Yucatán. 4 al 7 de mayo, 2005. 1-88.
- Armijo C., Ojeda S., y Ramírez M.E. (2008). Solid waste characterization and recycling potential for a university campus. Waste. Manag. 28, S21-S26.

- Atherton A. y Giurco D. (2011). Campus sustainability: climate change, transport and paper reduction. *Int. J. Sustain. High Educ.* 12, 269-279.
- Blumenstein L. (2008). Unwanted furniture finds New Homes. *Libr. J.* www.libraryjournal.com/article/CA6593543.html.
- Cochran W. G. (1993). *Técnicas de muestreo*. Compañía Editorial Continental. México D.F., 513 p.
- Espinosa R.M., Turpin S., Polanco G., de la Torre A., Delfin. I y Raygoza I. (2008). Integral urban solid waste management program in a Mexican university. *Waste Manag.* 28, S27-S32.
- Fournier M. (2008). Recycle This! A look at Campus Recycling Programs. En *The Green Campus: Meeting the Challenge of Environmental Sustainability*. (W. Simpson Ed.). APPA. Alexandria, Virginia, EUA. 191- 206.
- Goral T. (2009). E-cycle, Reboot, Reuse. *Univ. Bus.* 12, 39-39.
- Rupp Gretchen L. y Jones Roy R. (1993). *Heterogeneous wastes characterization: methods and recommendations*. C.K. Smoley. Boca Raton, Florida, EUA. 144 p.
- SECOFI (1985a). Norma Mexicana NMX-AA-015-1985. Protección al Ambiente – Contaminación del Suelo – Residuos Sólidos Municipales – Muestreo – Método de Cuarteo. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Diario Oficial de la Federación, México, 18 Marzo de 1985.
- SECOFI (1985b). Norma Mexicana NMX-AA-022-1985. Protección al Ambiente – Contaminación del Suelo – Residuos Sólidos Municipales – Selección y Cuantificación de Subproductos. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Diario Oficial de la Federación, México, 18 Marzo de 1985.
- SECOFI (1985c). Norma Mexicana NMX-AA-61-1985. Protección al Ambiente – Contaminación del Suelo – Residuos Sólidos Municipales – Determinación de la Generación. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Diario Oficial de la Federación, México, 8 de Agosto de 1985.