

Residuos sólidos en una institución universitaria: caracterización y propuestas de reducción

Solid waste in a university campus: characterization and proposals for reduction

Gómez-Méndez, M.G*, Ortega-Nuñez, M.G., Castro, L.M., Córdova-Lozoya, M.T., Morales-Corral, D

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Chihuahua. Circuito Universitario s/n. Campus Universitario II. 31125. Chihuahua, Chih. México. Autor para correspondencia: mgomezg@uach.mx

Resumen

La generación de residuos sólidos se relaciona íntimamente con las actividades humanas, generando un problema ambiental grave. Se requieren métodos para su tratamiento, disminución y/o disposición, pero es necesario primero conocer la cantidad y el tipo de residuos producidos. Las instituciones educativas son espacios propicios para difundir y promover la consciencia ambiental, por lo que el objetivo del presente trabajo fue realizar la caracterización de los residuos sólidos generados en la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua. Se colectaron los residuos sólidos en laboratorios y aulas durante una semana, en dos temporadas del año. Los residuos se clasificaron manualmente de acuerdo con su semejanza y se pesaron. La cantidad de residuos generados durante el año escolar es de 7,632 kg de residuos. Los resultados indicaron que se generaron 26.6% de residuos de alimentos, 26.1% de residuos sanitarios, 9.5% de plástico en general, 2.2% de bolsas de plástico, 1.5% de botellas de plástico, 4.1% de recipientes de poliestireno, 2.7%, latas de aluminio, 1.3% de envolturas aluminizadas, 5.0% de cartón, 3.6% de papel, 3.8% de vidrio y otros 13.6%. El 17% son materiales reciclables; se deben buscar formas de reducir los residuos o sustituirlos por productos biodegradables.

Palabras clave: Educación ambiental, Residuos sólidos, reciclaje, Universidades

Abstract

Generation of solid waste generation is intimate related to human activities, and is a severe environmental problem. It requires methods for its treatment or disposal, but first it is necessary to assess the quantity and type of residues produced. Educational institutions are proper spaces to promote environmental conscience, and based on this assumption, the aim of this work was to characterize the solid waste generated at the School of Chemical Sciences, Autonomous University of Chihuahua. Solid waste was collected in the laboratory and classroom areas during one week, during two seasons. Residues were manually classified according to its similarity and were weighed. This study was conducted in the winter of 2013 and summer of 2014. The waste generated during the school year was of 7,632 kg of waste. The results indicate that 26.6% are generated food waste, 26.1% of medical waste, plastic 9.5% overall, 2.2% of plastic bags, 1.5% of plastic bottles, 4.1% of polystyrene containers, 2.7% aluminum cans, aluminized wrappers 1.3%, 5.0% cardboard, paper 3.6%, 3.8% glass and 13.6% other. Materials that can be recycled account for 17%; it is necessary to find ways to diminish the generation of solid waste, or to replace materials by biodegradable products.

Keywords: Environmental education Solid residues, Recycling, Universities

INTRODUCCIÓN

En cualquier lugar que habite un individuo genera residuos sólidos; por la acumulación de población, en grandes comunidades los residuos aumentan y representan un problema ambiental mayor. Es fundamental promover el

manejo adecuado de residuos sólidos para tener un ambiente saludable. Por su naturaleza de generación y difusión del conocimiento, las instituciones educativas de nivel superior, pueden ser un lugar para fomentar actitudes y comportamientos de preservación del ambiente (Serna Ramírez, 2007). Entre las competencias relacionadas con el

cuidado del ambiente, se incluye el conocimiento sobre el reciclaje, reuso o reducción de la basura, propiciando la separación de residuos para su posterior tratamiento (Zhang y col., 2017). Existe preocupación en las universidades por conocer la composición de los residuos sólidos generados, para ello se han enfocado en realizar este tipo de estudios. La Universidad de *Kebangsaan Malaysia*, desde el 2008 realizó un convenio entre la universidad y una compañía que maneja residuos sólidos para convertirse en un “campus cero residuos” (Kian-Ghee Tiew y col., 2010). Así empezaron a realizar estudios de caracterización de residuos sólidos, encontrando que los residuos orgánicos se generan en gran cantidad y con alto contenido de humedad; dentro de su estudio midieron contenido de humedad, pH, carbono, nitrógeno y densidad, de acuerdo a las normas de la ASTM (Sasabili y col., 2010).

También en *Malaysia*, en la Universidad Tecnológica *Petronas* se realizó un estudio para caracterizar y cuantificar los residuos sólidos generados y poder sugerir un sistema de reciclado. Este estudio se llevó a cabo en 17 edificios del campus. Se aplicó una encuesta entre estudiantes para conocer su concientización con respecto al reciclado, obteniendo que un 80% les interesaba participar en un sistema de reciclado. Los residuos se recolectaron en cada edificio, realizaron la separación y el pesado de diferentes fracciones. El resultado indica que el papel fue el residuo sólido con mayor abundancia con un 40% y seguida por residuos orgánicos con un 30% (Malakahmad y col., 2010). En un estudio reciente, se reporta el resultado del programa de Oficinas Verdes en la misma Universidad, en donde se presentan los problemas asociados con la implementación de políticas ambientales, pero cómo esta estrategia puede servir como laboratorio de aprendizaje para los estudiantes universitarios. Los autores reportan una reducción de hasta un 58% en el desperdicio de papel, en 3 años del programa (Zen y col., 2016).

Actualmente, en algunos centros educativos de la ciudad de Chihuahua se inicia con la separación de residuos con posibilidad de venta y utilizan los recursos obtenidos en la propia institución. Sin embargo, para proporcionar un tratamiento adecuado a los residuos, es primordial conocer la composición y cantidad generada (Smyth y col., 2010). En la Universidad de Lagos, en *Nigeria*, se realizó igualmente un estudio de los residuos generados en su campus, demostrando que un 75% del material desechado puede ser reciclado. Destaca el uso de bolsas plásticas como uno de los residuos que más se generan (24%), seguido de papel y material orgánico (15% cada uno). Es importante destacar que el esfuerzo por reducción de residuos, debe estar acompañado por políticas universitarias de reducción de residuos (Adeniran y col., 2017).

Los programas de reciclaje son los más populares, pues se considera una mejora al disminuir la cantidad de residuos depositados en el relleno sanitario y con ello proteger al medio ambiente. En el campus Prince George de la Universidad de *Northern British Columbia (UNBC)*, se realizó un estudio de caracterización sobre los residuos generados para conocer los materiales producidos en las diferentes áreas del campus. Este estudio reporta 49.34% de materiales reciclables, 28.42% de no reciclables y 21.61% de compostables (Smyth y col., 2010). Según Bářeková y Franeková (2015) concluyen que de los residuos generados en los dormitorios *Mladost’* de la Universidad Eslovaca de Agricultura en *Nitra*, pudieran ser reciclados o utilizados en compostaje hasta un 76%, siempre y cuando se realice una separación adecuada de los mismos. Por otra parte, es importante estar retroalimentando constantemente a los universitarios sobre la importancia de reciclar.

Recientemente se presentó también la composición global de los residuos orgánicos generados en la Universidad *Jaume I* en España, durante un año académico. Los autores reportan materiales como material orgánico, plástico, metal y vidrio, con valores similares a otros reportes. Destaca la identificación de material peligroso generado en laboratorios universitarios, que debe ser de especial importancia, por la generación de residuos químicos o biológicos de alto riesgo (Gallardo y col., 2016). La importancia del manejo y disposición de residuos químicos, se destaca en un estudio de generación de residuos por un espacio de cinco años, en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de *Nuevo León*, en México (Ramírez-Lara y col., 2017).

En México, el Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM), Universidad Autónoma de México (UNAM), la Universidad de Guadalajara, el Tecnológico de Monterrey, reportan programas sobre el manejo de residuos y reciclaje (Armijo y col., 2008). En la Universidad Iberoamericana se caracterizaron los residuos generados en el campus, y se reportó 52% de materia orgánica para composta, 27% con posibilidad de reciclar y 21% a depositar en el relleno sanitario (Ruiz Morales 2012).

Por otro lado también en la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas se realizó un estudio con la finalidad de conocer la manipulación que se le estaba dando a los residuos sólidos. Los resultados muestran que se generan alrededor de 678 Kg/día, y la proporción por persona es de 143 g/persona-día. En relación con la caracterización de los residuos sólidos, la fracción de mayor abundancia fue la materia orgánica (23%), seguido del plástico y vidrio con 26% y 28% respectivamente, en tanto que el papel y el cartón representan un 8%. Resaltan entre los residuos de menor proporción la madera, el unicel y el aluminio. Sin embargo, se presentó un 11% de materia mezclada, lo que dificulta su separación y clasificación. (Vera y col., 2016).

En la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua, se ha iniciado un programa de separación de residuos sólidos. Como un primer paso del programa, se requiere primeramente conocer la cantidad y tipo de residuos generados (Smyth y col., 2010). Tomando en consideración la población de la Facultad al momento de recabar la información, se contaba con 1717 residentes, correspondiendo el 82% a los alumnos, 12% docentes, y 6% al personal administrativo. Los espacios físicos de la Institución incluyen dos edificios de aulas docentes, un edificio de laboratorios, un edificio administrativo, una cafetería y una biblioteca. Los dos últimos edificios se comparten con la Facultad de Ingeniería. El propósito del presente estudio fue caracterizar y cuantificar los residuos sólidos generados en la Facultad de Ciencias Químicas, como base para programas de reciclado y disminución de residuos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La caracterización y cuantificación de los residuos sólidos consistió en la recolección diaria de los residuos generados en dos áreas (académica y laboratorios), durante seis días a la semana en temporada invernal y en verano. Se recolectaron botes con residuos generados en 48 salones de clases o aulas, botes con residuos de papel de dieciséis sanitarios (para hombres y mujeres). También existen ocho tambos metálicos de 200 L para residuos separado (papel-cartón, plástico, metal y orgánico) colocados entre los dos edificios y otros cuatro para residuos en general.

El área de laboratorios es un edificio de tres niveles, que se utiliza para fines académicos y de investigación. Se consideraron como residuos sólidos, los materiales colocados en los botes de basura de laboratorios y cubículos de los maestros responsables de los mismos. Además, los residuos de los sanitarios para hombres y mujeres en cada piso. Fuera del edificio de laboratorios se encuentran cuatro tambos metálicos para la separación de residuos. No se consideraron los residuos químicos o biológico-infecciosos, pues estos se recolectan por separado.

El procedimiento para la caracterización de los residuos sólidos consistió en:

1. Se recolectaron diariamente las bolsas de plástico con los residuos de cada uno de los botes de basura de las áreas descritas anteriormente.
2. Se trasladaron y se vaciaron los contenidos de las bolsas sobre una mesa.
3. Visual y manualmente, se separaron los residuos de materiales semejantes y se colocaron en el recipiente identificado para cada fracción. Al llenarse el recipiente, se pesó en una báscula de mesa digital y se registró el dato.

4. Los residuos sanitarios se pesan en su bolsa respectiva, sin abrirla.
5. Los líquidos (jugos, agua, café, refrescos, etc.) se vaciaron, los recipientes se separaron y se pesaron sin líquidos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los edificios considerados en este estudio fueron las aulas y los laboratorios, donde generalmente desarrollan sus actividades los estudiantes, personal administrativo y docente. Los residuos considerados para realizar la caracterización de residuos fueron separados según la metodología antes mencionada. Las fracciones con características semejantes se separaron, se contabilizaron las diferentes fracciones y las de menor cantidad se agruparon en "otros" (ver Cuadro 1).

Cuadro 1. Caracterización y descripción de los residuos sólidos generados en la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua.

Residuos sólidos	Descripción
Alimenticios	Residuos de frutas, elotes, burritos, papas fritas, pastel, galletas, etc.
Sanitarios	Toallas de papel, toallas sanitarias, cosméticos, cajas pequeñas de cartón, envoltura de medicamentos, etc.
Plástico en general	Recipientes de jugos, yogurt, productos de limpieza, recipientes pequeños de chocolates o galletas.
Bolsas de plástico	Bolsas transparentes donde fueron colocados alimentos o de diferentes productos.
Botellas de plástico	Botellas de agua y refrescos.
Recipientes de poliestireno	Platos, vasos, contenedores para alimentos.
Latas de aluminio	Latas de refresco y de jugo.
Bolsas aluminizadas	Bolsas de frituras, galletas, papas fritas, productos de panificación, cacahuates, etc.
Cartón	Cajas de: empaque, leche, chocolate, guantes desechables, rollos de cartón, pizza, galletas.
Papel	Hojas de reportes escritos, cuadernos, impresiones, etc.
Vidrio	Botellas de jugo, envases de residuos químicos, frascos de café, etc.
Otros	Bata de laboratorio, calentón eléctrico, fibra de vidrio, palos de paletas, bolsa con sal de mesa, cajas Petri vacías, hojas de aluminio, jeringa sin aguja, reloj de pared.

Las fracciones generadas en mayor cantidad son los residuos de alimentos, lo mismo, los residuos sanitarios, sobre todo el papel sanitario depositado en los botes de basura y no en el retrete. El plástico se separó en tres partes: plástico en general, bolsas de plástico y botellas de plástico. En la primera parte se incluyeron recipientes difíciles de reciclar o

en poca cantidad. En cuanto a las bolsas de plástico ésta se consideró debido a la gran cantidad generada y las botellas de plástico por su posibilidad de ser recicladas.

Se separó los recipientes de poliestireno, tanto los que sirvieron para el traslado de alimentos y que quedaron con residuos de estos, como los vasos para café y té. Estos aumentaron el volumen de los residuos y son difíciles de reciclar. Las latas de aluminio se separaron por ser de interés en reciclaje, al igual que el vidrio, cartón y papel de hojas de cuaderno. En cuanto a las bolsas aluminizadas, el comité ambiental de la facultad las separó para enviarlas a un reciclador de otra ciudad. La fracción de otros corresponde a residuos que no se pudieron contabilizar en las fracciones antes mencionadas.

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de la cuantificación de residuos generados en las aulas y en los laboratorios de la institución, que corresponden al muestreo del mes de mayo de 2013 y febrero de 2014. La mayor cantidad de residuos producidos fue la fracción de alimentos, en segundo lugar, la de sanitarios, en tercer lugar, plástico, seguido por aluminio, papel, cartón, vidrio y otros.

Los residuos de alimentos encontrados en los laboratorios corresponden a productos consumidos en los cubículos de los profesores o en salas de reunión que se encuentran en el área de laboratorios. En total los resultados de los residuos generados en las aulas y en los laboratorios, consistiendo en 243 kg y 234 kg respectivamente en las dos temporadas evaluadas.

En mayo, los residuos generados en mayor cantidad fueron los alimentos, en un 7.3% más que en febrero. Esto debido probablemente a la temporada, pues los alumnos permanecen fuera de las aulas por más tiempo, aumentando con esto el consumo de alimentos y consecuentemente los residuos. En cuanto a los residuos de los sanitarios, la temporada invernal generó 9% más residuos que en mayo. Los residuos encontrados son generalmente papel sanitario y toallas de papel secante (sanitas). La causa por la que se genera muchos residuos del sanitario es porque se piensa que puede tapar el drenaje; sin embargo, por higiene es aconsejable tirarlo el papel sanitario en el inodoro.

En el análisis del plástico se agruparon los correspondientes a plástico en general y bolsas de plástico, generando en mayo 12.7% y en febrero 10.7%. Con respecto a las botellas de plástico para agua y refrescos, se generaron 1.3% más en la temporada de calor (mayo) que en la temporada de invierno (febrero). Es de esperarse este resultado, pues con el calor se incrementa el consumo de líquidos.

En cuanto a las latas de aluminio se generaron más en temporada invernal (4.0%) que en verano (1.4%); se

encontraron mayormente latas de jugos en invierno. Los recipientes de poliestireno se generaron en mayor cantidad en febrero (6.0%), principalmente vasos de poliestireno (unicel) con residuos de café o té, tal como sería de esperarse por el consumo de bebidas calientes durante el invierno. En cuanto al vidrio, se encontraron principalmente botellas de jugo (5.7% en mayo; 1.9% en febrero). De acuerdo al estudio en la Universidad de Jaume I en España, no se encontraron diferencias significativas en la composición de residuos con respecto a la época del año de recolección (Gallardo y col., 2016), posiblemente por la ponderación asignada a los diferentes residuos.

Cuadro 2. Residuos generados en la FCQ en febrero y mayo, durante seis días.

Residuos sólidos	Mayo (temperatura alta)			Febrero (temperatura baja)		
	Aulas (kg)	Laboratorio (kg)	TOTAL (%)	Aulas (kg)	Laboratorio (kg)	TOTAL (%)
Alimenticios	34.2	39.6	30.3	28.3	25.6	23.0
Sanitarios	27.0	25.5	21.6	16.0	55.6	30.6
Plástico en general	11.2	13.2	10.0	5.2	15.8	9.0
Bolsas plástico	3.5	2.9	2.7	2.3	1.7	1.7
Botellas de plástico	3.5	1.7	2.2	1.2	0.9	0.9
Recipientes de poliestireno	3.5	1.7	2.2	0.8	13.2	6.0
Latas de aluminio	2.6	0.7	1.4	3.4	6.0	4.0
Bolsas aluminizadas	2.3	0.5	1.2	1.6	1.4	1.3
Cartón	7.1	15.9	9.4	1.1	0.5	0.7
Papel	6.8	1.3	3.4	0.0	8.9	3.8
Vidrio	4.8	9.1	5.7	1.4	2.9	1.9
Otros	15.5	9.0	10.1	0.8	39.4	17.2
TOTAL	122	121.0	100	62.0	172	100

Con lo que respecta al cartón, se generó en mayor cantidad en mayo (9.4%) en los laboratorios, pues llegan al almacén de reactivos químicos o equipo para los laboratorios que están empacados en cajas de cartón. El resto de los residuos generados bolsas aluminizadas y papel no varía entre temporadas. La fracción de otros puede ser muy variable pues se consideran los artículos viejos, descompuestos o inservibles depositados en la basura.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo son similares a los reportados en la Universidad Iberoamericana, pero el porcentaje de residuos alimenticios es menor en el caso de la

Universidad Autónoma de Chihuahua (Ruiz-Morales, 2012). Por otro lado, en un estudio del campus Mexicali de la Universidad Autónoma de Baja California, se presentó una cantidad menor a la reportada en este estudio para material no reciclable (34% en la UABC contra 57% en este estudio), pero la cantidad de material compostable también fue importante (33%) (Armijo y col., 2008).

Los materiales generados con posibilidad de separarse para enviar a reciclar son las botellas de plástico, latas de aluminio, cartón, papel y vidrio. (16.6%). Los residuos de alimentos, 26.6% pueden ser compostables y los materiales no reciclables es de 56.8% del resto de los materiales. En la Figura 1 se representan estos porcentajes.

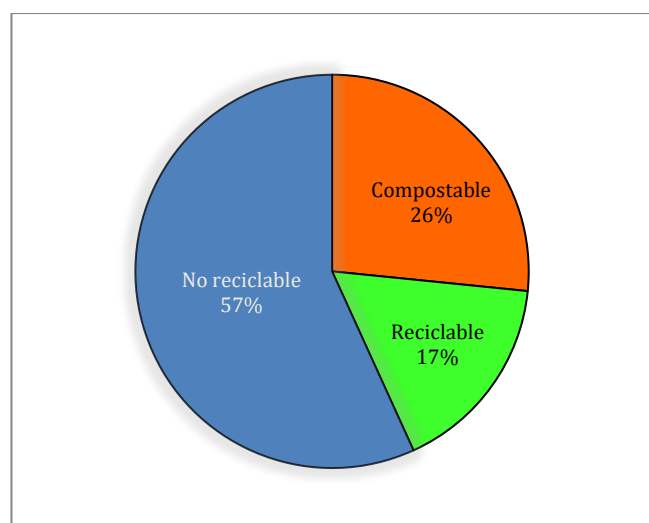


Figura 1. Porcentaje de residuos sólidos generados en la FCQ reciclables, no reciclables y compostables.

Los residuos sólidos analizados se generaron en seis días (una semana) y hay 32 semanas de convivencia universitaria. Esto representa en promedio la generación de 117 kg de botellas de plástico, 203 kg de latas de aluminio, 394 kg de cartón, 273 kg de papel y 291 kg de vidrio por año. Sin embargo, los materiales que no son reciclados se depositan en el relleno sanitario, aumentando con esta acción la contaminación ambiental.

Aunque los residuos de alimentos (2043 kg) pueden compostarse, no se cuenta con infraestructura para llevar a cabo este proceso. Los residuos sanitarios corresponden a 1985 kg, plástico en general 726 kg, bolsas de plástico 166 kg, recipientes de poliestireno 307 kg, envolturas aluminizadas 93 kg y 1035 kg de otros.

Si bien la Facultad de Ciencias Químicas es de tamaño mediano por su población, es necesario realizar estudios similares al presente en otras Facultades, para que los resultados sirvan de base para un programa institucional de

manejo de residuos sólidos. Dentro de las estrategias para la implementación de este plan, se deberán incluir programas de concientización y capacitación para la separación de residuos. La colocación de pequeños botes para separación de residuos en reciclables y no reciclables en salones y espacios administrativos, debe ser una de las primeras estrategias del plan de reducción y reciclado de residuos sólidos (Ruiz-Morales, 2012). En la Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco, se implementó un programa de separación de residuos, que en tres años reportaron una reducción considerable del material enviado al relleno sanitario (Espinoza y col., 2008).

Los programas de disminución de residuos en Universidades, deben ser programas institucionales, que incluyan un programa de concientización permanente y una evaluación periódica de sus beneficios. Un ejemplo es el programa de manejo de residuos presentado por Fagnani y Guimarães (2017), basado en un modelo de mejora continua, que reportó disminución en residuos reciclables (60% vs 15%) por la implementación del programa. Por otro lado, Moreira y colaboradores (2018) propone la generación de un índice sobre manejo de residuos sólidos en Instituciones de Educación Superior, haciendo una comparación entre universidades Brasileñas y de Estados Unidos.

CONCLUSIONES

La caracterización de los residuos sólidos generados en el área de aulas y laboratorios residuos alimenticios en mayor cantidad, seguido por el plástico, papel-cartón, botes de aluminio, vidrio y otros. El 16.6% puede reciclarse, el 26.6% es susceptible de composteo y el 56.8% son materiales no aprovechables. Con respecto a los materiales existentes en los que colocan los productos de alimentos (principalmente recipientes de poliestireno) son materiales difíciles de reciclar. Buscar nuevas y mejores opciones de tratamiento para estos materiales es urgente o materiales fáciles de reciclar. Lo mismo será para el proceso de compostaje para los residuos de alimentos que se realiza en menor escala y solo con fines académicos o de investigación

Agradecimientos

Los autores agradecen a las autoridades de la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, por las facilidades proporcionadas para la realización del presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Adeniran AE, Nubi AT y Adelopo AO. 2017. Solid waste generation and characterization in the University of Lagos for a sustainable waste management. *Waste Management* 67:3-10.

- Armijo C, Ojeda S, Ramírez ME. 2008. Solid Waste characterization and recycling potential for a university campus. *Waste Manage*, **28**: S21-S26.
- Báreková, A, y Franeková Z. 2015. Composition Analysis of municipal solid waste at a university dormitory. *Acta Horticulturae et Regiotecturae*, **18**: 49-52.
- Espinosa RM, 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 Manage*. **28**. S27-S32.
- Fagnani E. y Guimarães JR. 2017. Waste management plan for higher education institutions in developing countries: The Continuous Improvement Cycle model. *J Clean Prod*. **147**:108-118.
- Gallardo A, Edo-Alcón N, Carlos M. y Renau M. 2016. The determination of waste generation and composition as an essential tool to improve the waste management plan of a university. *Waste Manage*. **53**:3-11.
- Kian-Ghee T, Kruppa S, Ahmad Basri NE y Basri H. 2010. Municipal Solid Waste Composition Study at Universiti Kebangsaan Malaysia Campus. *Aust J Basic and Appl Sci*. **4**(12): 6380-6389
- Ramírez-Lara E, Rivera De la Rosa J, Ramírez Castillo AI, de Jesús Cerino-Córdova F, López Chuken UJ, Fernández Delgadillo SS. y Rivas-García P. 2017. A comprehensive hazardous waste management program in a Chemistry School at a Mexican university. *J Clean Prod*. **142**:1486-1491.
- Malakahmad D, Amirhossein D, Nasir CM, Za'im Zaki M, Kutty SRM y Isa MH. 2010. Solid waste characterization and recycling potential for university technology PETRONAS academic buildings. *Am J Environ Sci*. **6**(5), 422-427.
- Moreira R, Malheiros TF, Alfaro JF, Cetrulo TB. y Ávila LV. 2018. Solid waste management index for Brazilian Higher Education Institutions. *Waste Manage*. **80**: 292-298.
- Ruiz Morales M. 2012. Caracterización de residuos sólidos en la Universidad Iberoamericana, ciudad de México. *Rev Int Contam Amb*. **28**: 93-97
- Salsabili A., Aghajani M., Saheri S. y Noor Ezlin Ahmad Basri. 2010. Comprehensive Characteristics of the Municipal Solid Waste Generated in the Faculty of Engineering, UKM. *World Academy of Science, Engineering and Technology*. Index 46, Int. J Environ., Chem, Ecolo, Geol, and Geophysic Engin **4**(10), 469 - 472.
- Serna Ramírez A. 2007. El derecho a un ambiente sano y la pedagogía ambiental. *AGO.USB* **7**: 347-361.
- Smyth D., Fredeen A. y Booth A. 2010. Reducing solid waste in higher education: The first step towards “greening” a university campus. *Resour Conserv Recy* **54**: 1007-1016.
- Vera Toledo P., Najera Aguilar H.A., García Lara C.M. y Solís López M. 2016. Manejo de residuos sólidos no peligrosos en una institución de educación superior. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo*. **12**: 90-103.
- Zen IS, Subramaniam D, Sulaiman H, Saleh AL, Omar W. y Salim MR. 2016. Institutionalize waste minimization governance towards campus sustainability: A case study of Green Office initiatives in Universiti Teknologi Malaysia. *J Clean Prod*. **135**:1407-1422.
- Zhang H, Liu J, Wen ZG. y Chen YX. 2017. College students' municipal solid waste source separation behavior and its influential factors: A case study in Beijing, China. *J Clean Prod*. **164**:444-454.