



Caracterización de los residuos sólidos generados en el Instituto Tecnológico de Ciudad Madero.

Characterization of solid waste generated at the Institute Technologic de Ciudad Madero

Silvia Itzel Aguilar-Pérez¹, José Alexis García-Calderón¹, Jorge Alberto Gálvez-Choy¹, Osvaldo Rodríguez Solís¹

¹ Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas, México.

Recibido: 10-11-2017

Aceptado: 30-11-2017

Autor corresponsal: **Silvia Itzel Aguilar-Pérez** silvia.aguilarper@hotmail.com

DOI: 10.63728/riisds.v3i1.292

Resumen

Se llevó a cabo una investigación cualitativa no experimental con el objetivo de conocer la composición de los residuos sólidos generados en el Instituto Tecnológico de Cd. Madero, así como el cumplimiento del Sistema de Gestión Ambiental en lo que se refiere a la separación de los residuos generados por parte de la población estudiantil. Para realizar la caracterización, se le hizo una adaptación al método establecido en la NMX-AA-15-1985 con la finalidad de que éste fuera aplicable a los residuos sólidos generados en un área determinada del instituto y que la caracterización pudiera realizarse sin tomar en cuenta el tamaño de la población. Se diseñaron instrumentos para la captura de los datos obtenidos en la caracterización y se determinó que el estudio de campo se llevaría a cabo durante tres semanas consecutivas para así poder realizar tres diferentes cuarteos, uno cada siete días. La cantidad total de residuos generados durante el periodo de observación fue de 191.25 kg, los cuales estaban compuestos en su mayoría por 29.67% residuos alimenticios, 22.01% PET y 16.47% papel. A través de los resultados obtenidos se determinó que el porcentaje de cumplimiento de la disposición de los residuos en sus respectivos depósitos fue de 29.26% para orgánicos y 71.98% para inorgánicos. Así mismo se encontró que gran cantidad de los residuos generados tienen potencial de reciclaje, y otros podrían ser utilizados para composteo o venderse para generar un ingreso económico, pero actualmente ninguna de estas actividades se lleva a cabo por parte del instituto.

Palabras clave:

Caracterización, residuos sólidos, instituciones educativas, cuarteo, ITCM.

Abstract

A non-experimental qualitative research was carried out to identify the composition of the solid waste generated in the Instituto Tecnológico de Cd. Madero, as well as the compliance with the environmental management system, specifically regarding the correct separation of the waste generated by the student population. To perform this characterization, we made an adaptation to the method established in the Mexican standard NMX-AA-15-1985 in order to be applicable to the solid waste generated in a specific area of the institute and that the characterization could be developed without taking into account the size of the population. Specific instruments were designed to capture the data obtained in the characterization and it was determined that the field study would be carried out for three consecutive weeks in order to perform three different quart samples, one every seven days. The total amount of waste generated during the observation period was 191.25 kg, which were composed mostly of 29.67% food waste, 22.01% PET and 16.47% paper. Through the results obtained it was determined that the percentage of compliance with the disposition of the waste in their respective deposits was 29.26% for organic and 71.98% for inorganic. It was also found that a large amount of the waste generated has recycling potential, and others could be used for composting or sold to generate an economic income, but currently none of these activities is implemented by the institute.

Keywords: Characterization, solid waste, educational institutions, quart method, ITCM.

Introducción

La sociedad realiza diversas actividades productivas y de consumo, las cuales inevitablemente generan residuos. (Buenrostro, 2011). Guzmán y Macías (2011) señalaron que siempre han existido los residuos sólidos, pero la participación de la sociedad en los problemas ambientales es un suceso reciente.

Latinoamérica está a favor del desarrollo que tiene el valor del reciclaje, implementando ciertas iniciativas que mejoran la disposición de residuos sólidos. (Durand, 2011) Pero a pesar de esto Jha y colaboradores (2011) señalan que es un problema real y alarmante la incorrecta disposición de residuos.

Un plan de gestión de residuos sólidos tiene como objetivo establecer un punto de partida para que se realice su correcta y eficiente disposición. El primer paso para realizar una disposición correcta de residuos sólidos, es caracterizarlos o clasificarlos. Para esto, existen diversas categorías de clasificación.

Los residuos sólidos, entre diversas clasificaciones, pueden ser caracterizados por su recuperación y composición como residuos recuperables o reciclables, no recuperables nocivos, no recuperables inertes y como residuos inorgánicos. Assefa, Wondimnew y Asmare (2016) mencionan que es posible reciclar residuos sólidos con el propósito de generar alguna recuperación económica.

Los sistemas de gestión ambiental han trascendido con respecto a la disposición final de los residuos sólidos. Se ha implementado la idea que aún se pueden aprovechar o reutilizar (Laurent et al., 2014) pero además deben garantizar que dichos sistemas cumplan con los requerimientos ambientales internacionales y sean sustentables a lo largo del tiempo. (Zurbrügg et al., 2012)

Se han llevado a cabo investigaciones para conocer la cantidad y tipos de residuos generados en diferentes actividades. Entre dichos sectores se encuentran las construcciones, hospitales, hoteles, mercados e industrias. Así mismo se han realizado este tipo de investigaciones sobre zonas urbanas. (Dutta, 2013)

Asimismo, se han realizado investigaciones sobre la generación y el manejo de residuos sólidos en diversas instituciones educativas alrededor del mundo. (Ruiz, 2012). Taghizadeh, Ghassemzadeh, Moghadam y Fellegari (2012) consideran que las principales causas del fallo de los sistemas ambientales en universidades son que las estructuras recolectoras poseen una planeación incorrecta, existe una gran rotación de personal y comunidad estudiantil y se genera rechazo al programa de gestión por motivos desconocidos.

Para realizar la caracterización de los residuos sólidos existen diversos métodos. Coyago, Gonzales, Heredia y Sánchez (2016) utilizaron para su investigación la norma ASTM D 5231-92 (2003) "Método de Ensayo Estándar para la Determinación de la Composición de Residuos Sólidos Municipales sin Procesar" y mencionan que es una alternativa viable para realizar una caracterización de

residuos sólidos. También existen métodos alternativos a los comúnmente usados; entre ellos se encuentran las metodologías europeas ROMECON y MODECON.

Algunos antecedentes sobre esta investigación fueron los estudios realizados en la Universidad Tecnológica de Salamanca, en donde utilizaron el método del cuarteo, contenido en la Norma Mexicana NMX-AA-015-1985, para caracterizar los residuos sólidos generados en dicha institución. (Vargas, Alvarado, López, Cisneros, 2015); así como los llevados a cabo en la Universidad Iberoamericana. (Ruiz, 2012)

Materiales y métodos

La caracterización de residuos sólidos en el Instituto Tecnológico de Ciudad Madero se llevó a cabo conforme a una adaptación realizada al método de cuarteo establecido en la NMX-AA-15-1985 para residuos sólidos municipales. La adaptación se concentró en el tamaño de la muestra y en la determinación de los componentes de los residuos, mismos que, por sus características de origen en la norma, no aplican en esta investigación.

La zona de muestreo se definió por medio de observación, de esta forma se conoció el lugar con mayor afluencia de estudiantes en el campus en un horario de 7 de la mañana a 9 de la noche. Dicho lugar es el pasillo principal del instituto, el cual cuenta con medidas de 244 metros de largo y 6.40 metros de ancho.

Dentro de la zona de muestreo se seleccionaron 16 contenedores divididos en dos categorías: ocho orgánicos y ocho inorgánicos, los cuales se tomaron como sujetos de estudio con el propósito de verificar el cumplimiento de la correcta disposición de residuos sólidos en la institución.

Para identificar la procedencia de las bolsas de basura, se asignó un número del uno al ocho a cada contenedor de cada categoría. Con la finalidad de facilitar el traslado de las bolsas a la zona de caracterización y cuarteo, se gestionó el apoyo del departamento de Ingeniería Industrial para solicitar que las bolsas etiquetadas generadas en la zona de muestreo se trasladaran a la zona de caracterización en lugar de a su destino original, en donde se mantendrían en espera hasta recolectar las bolsas de los días restantes.

Para realizar el registro de la información generada durante la caracterización, fue necesario diseñar instrumentos de recopilación de datos. Uno de ellos es un checklist que contiene los materiales y herramientas que fueron necesarios para realizar la caracterización. Otro instrumento de recopilación de datos es una tabla que muestra los residuos generados en la zona de estudio separados por categoría, incluyendo su peso y porcentaje de incidencia. Dichas categorías se clasificaron como: residuos alimenticios, papel, cartón, pet, plástico, latas de aluminio, madera, bolsa aluminizada, aluminio, unicel y vidrio. El ultimo instrumento muestra el contenido total de cada deposito, así como los kilogramos que realmente corresponden a cada categoría y su porcentaje con respecto al

contenido total de cada depósito, esto con el fin de verificar el cumplimiento del sistema de gestión ambiental.

Del lunes 13 al viernes 17 de marzo del 2017, se realizó una prueba piloto para verificar que los instrumentos de recolección de datos, así como el procedimiento establecido para realizar la toma de muestras para la caracterización y el cuarteo de los residuos, funcionara de la manera correcta brindando resultados cercanos a lo esperado.

El número de cuarteos se estableció por los investigadores tomando en cuenta que el estudio generara información esperada y comprobara el cumplimiento del Sistema de Gestión Ambiental del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero. En total se realizaron tres cuarteos; la toma de la muestra para cada cuarteo fue el resultado de una recolección realizada durante cuatro días, de lunes a jueves dentro del instituto, iniciando el día 21 de marzo del 2017 y concluyendo el día 07 de abril del 2017.

El día de cada caracterización, se pesaron por separado los residuos recolectados de los contenedores señalados como orgánico e inorgánico y se calculó el porcentaje de incidencia de sus subproductos. Los residuos que no pertenecían al contenedor marcado de acuerdo a su categoría se anotaron y se generó un reporte con el fin de conocer el cumplimiento del sistema de disposición de residuos orgánicos e inorgánicos.

La caracterización de los residuos se realizó mediante el método de cuarteo siguiendo el procedimiento establecido en la NMX-AA-15-1985. El total de kg cuarteados fue 372.56 y el total de kg caracterizados fue de 191.25 kilogramos.

Siguiendo con el procedimiento, se separaron por categoría los residuos encontrados en la muestra para la caracterización y se pesaron; posteriormente se realizaron cálculos para determinar el porcentaje de incidencia de dicha categoría con respecto al peso total de la muestra.

Resultados y discusión

La caracterización de residuos realizada dentro del instituto del 20 de marzo al 07 de abril del año en curso generó los siguientes resultados. En la tabla 1 se indica el total de kg de residuos orgánicos encontrados en cada depósito durante las 3 muestras, así como el porcentaje de cumplimiento de acuerdo a su clasificación; en la tabla 2 se indican los mismos datos, ahora para residuos inorgánicos.

Tabla 1. Residuos orgánicos generados en la zona de muestreo durante la investigación.

R e s i d u o s								O r g á n i c o s							
Cuarteo 1				Cuarteo 2				Cuarteo 3				TOTAL			
# de depós ito	Cont. total(kg)	Cumplmien to		# de depós ito	Cont. total(kg)	Cumplmient o		# de depós ito	Cont. total(kg)	Cumplmie nto		# de depós ito	Cont. total(kg)	Cumplmient o	
		Kg	%			Kg	%			K g	%			Kg	%
1	4.7	0.4	8.51	1	6.62	5.29	79.91	1	8.1	2.6	32.10	1	19.42	8.29	42.69
2	5	0.7	14.00	2	14.92	2.05	13.74	2	9.3	1	10.75	2	29.22	3.75	12.83
3	2.8	0.4	14.29	3	6.52	0.81	12.42	3	7.2	2.3	31.94	3	16.52	3.51	21.25
4	4.4	0.4	9.09	4	7.92	2.43	30.68	4	6.4	1.7	26.56	4	18.72	4.53	24.20
5	3.1	0.4	12.90	5	7.92	2.34	29.55	5	5.8	1.7	29.31	5	16.82	4.44	26.40
6	10.3	2.2	21.36	6	7.02	2.33	33.19	6	6.9	2.3	33.33	6	24.22	6.83	28.20
7	12.6	5.9	46.83	7	7.02	2.38	33.90	7	4.7	2.3	48.94	7	24.32	10.58	43.50
8	4.4	2.2	50.00	8	12.32	2.52	20.45	8	5.6	3.1	55.36	8	22.32	7.82	35.04
TOT AL	47.3	12.6	22.12	TOT AL	70.26	20.15	28.68	TOT AL	54	17	31.48	TOT AL	171.56	49.75	29.26

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Residuos inorgánicos generados en la zona de muestreo durante la investigación.

R e s i d u o s I n o r g á n i c o s															
Cuarteo 1				Cuarteo 2				Cuarteo 3				TOTAL			
# de depós ito	Cont. total(k g)	Cumplimie nto		# de depós ito	Cont. total(k g)	Cumplimient o		# de depós ito	Cont. total(k g)	Cumplimie nto		# de depós ito	Cont. total(k g)	Cumplimient o	
		Kg	%			Kg	%			Kg	%			Kg	%
1	6.9	5	72.46	1	6	4.66	77.67	1	9.2	8.1	88.04	1	22.1	17.76	80.36
2	8.9	6.6	74.16	2	9.2	7.78	84.57	2	7.4	7.3	98.65	2	25.5	21.68	85.02
3	7	5.8	82.86	3	7.5	6.93	92.40	3	7.8	5.2	66.67	3	22.3	17.93	80.40
4	5.5	3.8	69.09	4	5.5	4.5	81.82	4	6.5	4.5	69.23	4	17.5	12.8	73.14
5	5.9	3.6	61.02	5	8.2	5.46	66.59	5	9.5	6.4	67.37	5	23.6	15.46	65.51
6	5.3	3.9	73.58	6	7.6	6.27	82.50	6	9.5	5.8	61.05	6	22.4	15.97	71.29
7	6.4	5	78.13	7	13.9	13.1	94.24	7	12.6	4.1	32.54	7	32.9	22.2	67.48
8	7.5	6.5	86.67	8	11.9	4.35	36.55	8	15.3	7.4	48.37	8	34.7	18.25	52.59
TOTA L	53.4	40.2	74.75	TOTA L	69.8	53.05	76.00	TOTA L	77.8	48.8	62.72	TOTA L	201	142.05	71.98

Fuente: Elaboración propia

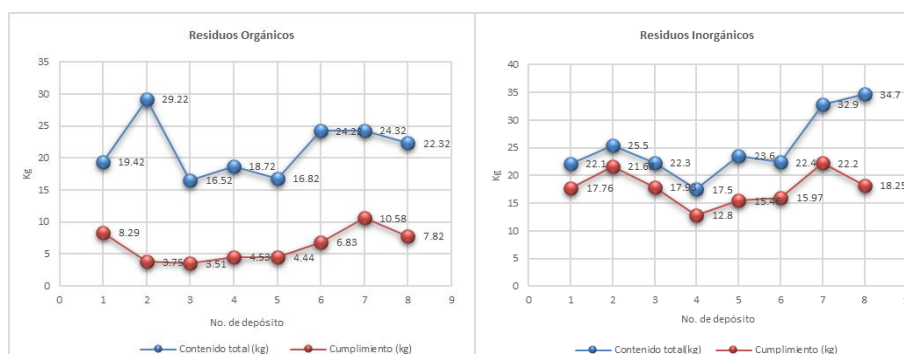


Figura 1. Gráficas del contenido total y cumplimiento correspondiente a los residuos orgánicos e inorgánicos.

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestran los residuos ya caracterizados, indicando los valores obtenidos en el cuarteo 1, 2 y 3, así como el total de toda la investigación de campo. Dichos valores totales se encuentran representados en la figura 4 a través de un gráfico circular.

Tabla 3. Residuos caracterizados mediante el método de cuarteo durante la investigación de campo.

Categoría de residuo	Cuarteo 1		Cuarteo 2		Cuarteo 3		TOTAL	
	Peso (kg)	% de incidencia	Peso (kg)	% de incidencia	Peso (kg)	% de incidencia	Peso (kg)	% de incidencia
Residuos alimenticios	13.6	25.05%	21.45	28.73%	21.7	34.83%	56.75	29.67%
Papel	7.1	13.08%	14.1	18.89%	10.3	16.53%	31.5	16.47%
Cartón	1.75	3.22%	3.2	4.29%	2.3	3.69%	7.25	3.79%
PET	13.4	24.68%	15.6	20.90%	13.1	21.03%	42.1	22.01%
Plástico	7.05	12.98%	8.3	11.12%	6.2	9.95%	21.55	11.27%
Latas de aluminio	1.7	3.13%	2.7	3.62%	2.4	3.85%	6.8	3.56%
Madera	2.7	4.97%	1.4	1.88%	0.8	1.28%	4.9	2.56%
Bolsa aluminizada	1.1	2.03%	0.9	1.21%	0.6	0.96%	2.6	1.36%
Aluminio	1.6	2.95%	1.1	1.47%	1.3	2.09%	4	2.09%
Unicel	2.05	3.78%	2.6	3.48%	1.5	2.41%	6.15	3.22%
Vidrio	2.25	4.14%	3.3	4.42%	2.1	3.37%	7.65	4.00%
TOTAL	54.3	100.00%	74.65	100.00%	62.3	100.00%	191.25	100.00%

Fuente: Elaboración propia

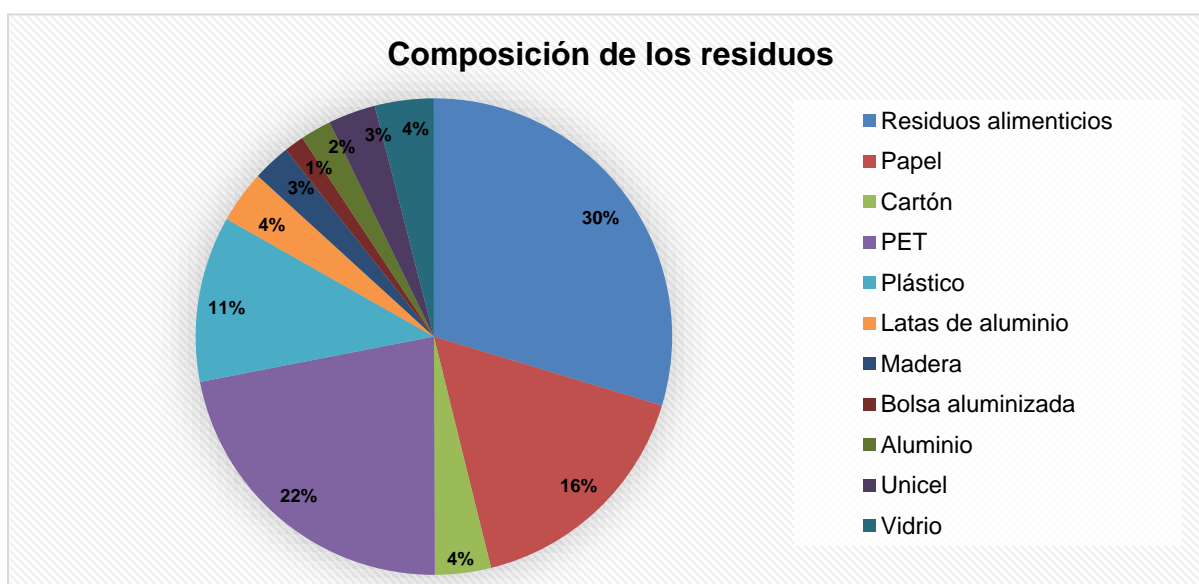


Figura 2. Porcentajes correspondientes a cada categoría con respecto al total de residuos.

Fuente: Elaboración propia

Las siguientes fotografías son evidencias del procedimiento llevado a cabo al realizar la caracterización de los residuos recolectados mediante el método de cuarteo.



Figura 3. Fotografías evidencia de uno de los cuarteos realizados.

Fuente: Elaboración propia

Es posible hacer una comparación de los resultados obtenidos en esta investigación con los de otras investigaciones realizadas sobre la generación de residuos sólidos en instituciones educativas de México. Entre ellas se encuentran

las realizadas en el Instituto Tecnológico de Tepic (Rosales, Saldaña, Toledo y Maldonado; 2013) y en la Universidad Iberoamericana (Ruiz, 2012). Ambas investigaciones se desarrollaron en base a los residuos sólidos generados dentro de sus instalaciones, pero a diferencia de estas investigaciones, en el Instituto Tecnológico de Ciudad Madero se realizó sobre los residuos generados en una zona considerada como la principalmente transitada por los alumnos y el personal. A pesar de dicha diferencia, en las tres investigaciones se encontró que los residuos orgánicos, junto con el papel, el cartón y el PET, equivalen aproximadamente al 70% del total de los residuos sólidos generados en las universidades anteriormente mencionadas.

Con respecto al cumplimiento del Sistema de Gestión Ambiental del instituto se notó que dicho sistema no se cumple en lo observado. Se encontraron documentos oficiales de la institución, los cuales, explican el proceso definido para realizar la disposición de residuos sólidos, así como una bitácora de investigación sobre el trabajo que se debe realizar para mantener los residuos sólidos separados por categoría antes de una disposición final fuera del plantel. Tras haber realizado la investigación de campo, fue evidente que dichos documentos no son utilizados para el procedimiento de disposición de los residuos.

Se determinó que los depósitos orgánicos cuentan con un cumplimiento del 29.26% y los depósitos inorgánicos con un cumplimiento del 71.98%, ambos porcentajes con respecto al total de residuos sólidos recolectados. Los subproductos que más incidencia tuvieron en la institución de acuerdo a la caracterización fueron: residuos alimenticios con 29.67%, PET con 22.01% y papel con 16.47%. En cambio, los subproductos con menor incidencia fueron: bolsa aluminizada con 1.36%, aluminio con 2.09% y madera con 2.56%.

Conclusiones

Realizar la caracterización permitió conocer la composición de los residuos sólidos generados en una zona de gran afluencia de estudiantes y el nivel de incidencia de cada categoría; a su vez, dio paso a conocer si realmente se cumplía con la separación de dichos residuos dentro del plantel.

El equipo de investigación analizó los resultados obtenidos en la caracterización, notándose que la población del instituto no cumple con el sistema de gestión ambiental. Se pudo observar que algunos subproductos tales como el PET, pueden ser reciclados, o inclusive, tener valor monetario, y otros como los residuos alimenticios, podrían ser utilizados para realizar composta, pero actualmente, ninguno de ellos es aprovechado.

Haber realizado esta investigación, permite que la comunidad conozca la gravedad del problema de realizar una incorrecta disposición de residuos en el plantel, y a su vez, exista la posibilidad de generar una solución. Por otro lado, aumenta las experiencias y conocimientos sobre este tema, para que así, sea más fácil realizar futuras investigaciones y genere la posibilidad de realizar una caracterización a un nivel mayor dentro del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero.

Referencias bibliográficas

- Aguirre, J. P. (2012). Impacto en el medio ambiente derivado de los residuos sólidos en México. Reporte CESOP, (51), 20-29.
- Assefa, T., Wondimnew, A., M. Asmare, A. (2016) Quantification, Characterization and Recycling Potential of Solid Waste: Case Study Bahir Dar Institute of Technology. International Journal of Science and Research, 5 (6), 2415-2420.
- Buenrostro, O. (2011) Propuesta de un plan de manejo para los residuos generados en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Ciencia Nicolaita, (54), 71-81.
- Coyago, E., Gonzales, K., Heredia, E., y Sánchez, R. (2016) Recomendaciones para la caracterización y cuantificación de residuos sólidos universitarios. Caso de estudio: Universidad Politécnica Salesiana, Campus sur, Quito. LA GRANJA: Revista de Ciencias de la Vida, 23 (1), 60-71.
- Durand, M. (2011). La gestión de los residuos sólidos en los países en desarrollo: ¿cómo obtener beneficios de las dificultades actuales? Estacio y Desarrollo (Nº 23). 115-130
- Dutta, B. (2013) Solid Waste Disposal and its Management: a Case of Sibsagar Urban Area in Assam, India. International Journal of Bio-resource and Stress Management, 4(1), 68-71.
- Guzmán, M., Macías, C. H. (2011). El manejo de los residuos sólidos municipales: un enfoque antropológico. El caso de San Luis Potosí, México. Centro de investigación en alimentación y desarrollo, A.C., 20(39), 237-261.
- Jha, A., Singh, S., Singh, G., & Gupta, P. (2011). Sustainable municipal solid waste management in low income group of cities: a review. Tropical Ecology (52 1). 123 – 131.
- Laurent, A., Clavreul, J., Bernstad, A., Bakas, I., Niero, M., Gentil, E., Christensen, T.H., & Hauschild, M.Z. (2014). Review of LCA studies of solid waste management systems – Part II: Methodological guidance for a better practice. Waste Management (34). 589–606.
- Marshall, R., & Farahbakhsh, K. (2013). Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries. Waste Management, (33), 988–1003.
- Rosales, M., Saldaña, C., Toledo, V., y Maldonado, L. (2013) Caracterización y potencial del reciclado de los residuos sólidos urbanos generados en el Instituto

Tecnológico de Tepic, una institución de educación superior. *Revista Bio Ciencias*, 2(3), 216-223.

Ruiz, M. (2012). Caracterización de residuos sólidos en la universidad Iberoamericana, Ciudad de México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 28(1), 93-97.

Taghizadeh, S.; Ghassemzadeh, H. M.; Moghadam V., M.; Fellegari, R. (2012). Solid waste characterization and management within university campuses, case study: university of Tabriz. *Elixir Pollution*, (43), 6650-6654.

Vargas, O., Alvarado, E., López, C., y Cisneros, V. (2015) Plan de manejo de residuos sólidos generados en la Universidad Tecnológica de Salamanca. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 2 (5), 83-91.

Zurbrügg, C., Gfrerer, M., Ashadi, H., Brenner, W., & Küper, D. (2012). Determinants of sustainability in solid waste management. The Gianyar Waste Recovery Project in Indonesia. *Waste Management* (32). 2126–213.