



Título del artículo.

Indicadores para el manejo de los residuos sólidos urbanos en centros educativos de Ciudad Renacimiento y Llano Largo-Colosio de la ciudad de Acapulco, Guerrero, México.

Título del artículo en idioma Inglés.

Indicators for management of municipal solid waste in schools at Ciudad Renacimiento and Llano Largo-Colosio, Acapulco, Guerrero, México.

Autores.

América Rodríguez Herrera
Rocío López Velasco
Alejo Lungo Rodríguez
Branly Olivier Salomé

Referencia bibliográfica:

MLA

Rodríguez Herrera, América, Rocío López Velasco, Alejo Lungo Rodríguez y Branly Olivier Salomé. "Indicadores para el manejo de los residuos sólidos urbanos en centros educativos de Ciudad Renacimiento y Llano Largo-Colosio de la ciudad de Acapulco, Guerrero, México". *Tlamati* 5.3 (2014): 33-38. Print.

APA

Rodríguez-Herrera, A., López-Velasco, R., Lungo-Rodríguez, A., y Olivier-Salomé, B. (2014). Indicadores para el manejo de los residuos sólidos urbanos en centros educativos de Ciudad Renacimiento y Llano Largo-Colosio de la ciudad de Acapulco, Guerrero, México. *Tlamati*, 5(3), 33-38

ISSN: 2007-2066.

Publicado el 29 de Noviembre del 2014

© 2014 Universidad Autónoma de Guerrero

Dirección General de Posgrado e Investigación

Dirección de Investigación

TLAMATI, es una publicación trimestral de la Dirección de Investigación de la Universidad Autónoma de Guerrero. El contenido de los artículos es responsabilidad exclusiva de los autores y no refleja de manera alguna el punto de vista de la Dirección de Investigación de la UAG. Se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos previa cita de nuestra publicación.



Indicadores para el manejo de los residuos sólidos urbanos en centros educativos de Ciudad Renacimiento y Llano Largo-Colosio de la ciudad de Acapulco, Guerrero, México

América Rodríguez Herrera^{1*}

Rocío López Velasco¹

Alejo Lungo Rodríguez¹

Branly Olivier Salomé¹

¹Unidad de Desarrollo Regional, Universidad Autónoma de Guerrero Calle Pino s/n Col. El Roble
CP. 39640. Acapulco, Gro Tel. +52 744 4876624

**Autor de correspondencia*
amerodriguez@gmail.com

Resumen

El estudio de los residuos sólidos urbanos en los centros educativos constituye una tarea fundamental, pues a la vez que las escuelas son espacios donde se concentra una importante población cuyas actividades generan importantes cantidades de residuos sólidos urbanos, son también lugares privilegiados para el impulso de una educación ambiental anclada a la práctica educativa formadora de valores, habilidades y competencias para un adecuado manejo del ambiente así también de los residuos sólidos en el ámbito local. Este estudio tiene como propósito generar indicadores que nos permitan conocer la capacidad de reciclaje de los principales subproductos generados en cinco centros educativos y la cantidad de residuos destinados al relleno sanitario de escuelas localizadas en espacios urbanos de la cuenca del Río de La Sabana en la ciudad de Acapulco.

Los indicadores se obtuvieron del examen de una base de datos obtenida en cinco escuelas de Ciudad Renacimiento y en el polígono Llano Largo-Colosio de la ciudad de Acapulco, que incluían datos sobre generación, peso volumétrico y la clasificación de los subproductos encontrados en las escuelas. Los indicadores más importantes son: el potencial de reciclaje 53.41% y los RSU cuyo destino es el relleno sanitario es de 46.59%. Sobre el primer indicador encontramos que los subproductos con potencial de reciclaje más importantes son el papel y cartón 40.57% y el plástico rígido 37.46%. En cuanto al segundo indicador los residuos de alimentos alcanzaron el 30.2%. Ambos indicadores muestran la importancia de introducir en el manejo de los RSU, la separación, el reuso y reciclaje, así también se sugiere la importancia de la educación ambiental para reducir la generación y lograr un manejo integral de los RSU.

Palabras clave: contaminación, reciclaje, disposición final.

Como citar el artículo:

Rodríguez-Herrera, A., López-Velasco, R., Lungo-Rodríguez, A., y Olivier-Salomé, B. (2014). Indicadores para el manejo de los residuos sólidos urbanos en centros educativos de Ciudad Renacimiento y Llano Largo-Colosio de la ciudad de Acapulco, Guerrero, México. *Tlamati*, 5(3), 33-38

Abstract

Study of municipal solid waste in schools is a fundamental task, since both are spaces where a large population is concentrated, and whose activities generate significant amounts of municipal solid waste. They are also prime locations for promoting environmental education anchored to forming educational practice of values, skills and competencies for proper management of environment, so solid waste at local level. This study seeks to generate indicators that allow us to determine the recyclability of main products generated in five schools and the amount of waste going to the landfill. These schools are located in urban areas of Rio de La Sabana at the City of Acapulco. Indicators were obtained from the study of a database obtained from five schools in Ciudad Renacimiento, and Llano Largo-Colosio in Acapulco, including data of generation, volumetric weight and a classification of products generated. The most important indicators are: potential for recycling 53.41% and MSW destined for the landfill is 46.59%. As first indicator, we found that products with major potential for recycling paper and cardboard are 40.57% and 37.46% rigid plastic. Regarding the second indicator, food waste reached 30.2%. Results show the importance of including management of solid waste, separation, re use and recycling, and importance of environmental education to reduce the generation and achieve integrated management of solid waste is also suggested.

Keywords: pollution, recycling, disposal.

Introducción

Este estudio se enmarca en una investigación más amplia impulsada por el proyecto de investigación "Indicadores ambientales" de la Red Calidad Ambiental y Desarrollo Sustentable que inició en el año 2009 y que se encuentra en su tercer año de financiamiento, dentro de las Redes Temáticas de investigación del Programa de Mejoramiento del Profesorado PROMEP. En 2011 se realizó una investigación sobre los residuos sólidos urbanos generados en cinco escuelas públicas y privadas localizadas en Ciudad Renacimiento y el polígono Llano Largo-Colosio, asentamientos localizados en la cuenca del Río de la Sabana en la ciudad de Acapulco. En esa ocasión se obtuvo la generación *per capita*, peso volumétrico y la clasificación de los subproductos generados. Los datos mostraron que las escuelas estudiadas son micro y grandes generadores de RSU. Según la clasificación de la Ley 593 de Aprovechamiento y Gestión Integral de los Residuos Sólidos del Estado de Guerrero (LAGIREG), los grandes generadores, con base a lo establecido en los artículos 16 y 19 del reglamento de la misma ley, requieren de un plan de manejo con la finalidad de aminorar la presión sobre los sitios de depósito final de dichos residuos. De allí surgió la inquietud de generar indicadores que permitieran dar recomendaciones para el manejo de los RSU producidos en el sector educativo estudiado, para contribuir a la reflexión de políticas para un manejo integral en los aspectos relacionados con la separación, el reuso, el reciclaje, disminución de la contaminación y la presión de los RSU en el relleno sanitario, así como brindar información para el diseño de programas de educación ambiental y aportar a la discusión de las políticas educativas en el área de manejo de residuos sólidos.

Materiales y Métodos

Para la elaboración de los indicadores partimos de los datos obtenidos en 2011, en los estudios sobre generación y clasificación de los RSU generados en planteles educativos de Ciudad Renacimiento y del polígono Llano Largo-Colosio localizados en la cuenca del río de La Sabana, zona urbana de la ciudad de Acapulco (véase figura 1).

La base de datos incluyó a tres escuelas públicas y dos privadas, una de estas últimas incluía guardería. En Ciudad Renacimiento se estudiaron los siguientes centros educativos: CETIS 90, Secundaria No. 9 y el colegio particular Thomas Alba Edison; en Llano Largo-Colosio se estudió la Escuela Primaria Federal Luis Donaldo Colosio y el Colegio Simón Bolívar.

Los estudios fueron hechos durante los meses de enero y febrero de 2011, tomando en cuenta los pasos metodológicos para el estudio de la generación y clasificación de los RSU contemplados por la Norma Mexicana NMX-AA-22-1985; en cada plantel educativo se dio un seguimiento de la generación durante una semana. La obtención de la muestra se realizó de acuerdo a la NMX-AA-15-1985, para posteriormente seleccionar los subproductos y cuantificar su porcentaje en peso respectivamente, de acuerdo a lo establecido en la NMX-AA-22-1985. También se obtuvo el peso volumétrico considerando la NMX-AA-19-1985.

Los datos expresaron la producción total y peso volumétrico por semana, mes y año escolar de cada centro educativo; así también una clasificación de los subproductos recolectados en cantidades y porcentajes durante el período de estudio. Con base en estos datos procedimos a la determinación de indicadores tomando en cuenta la ubicación geográfica, producción total y tipo de subpro-

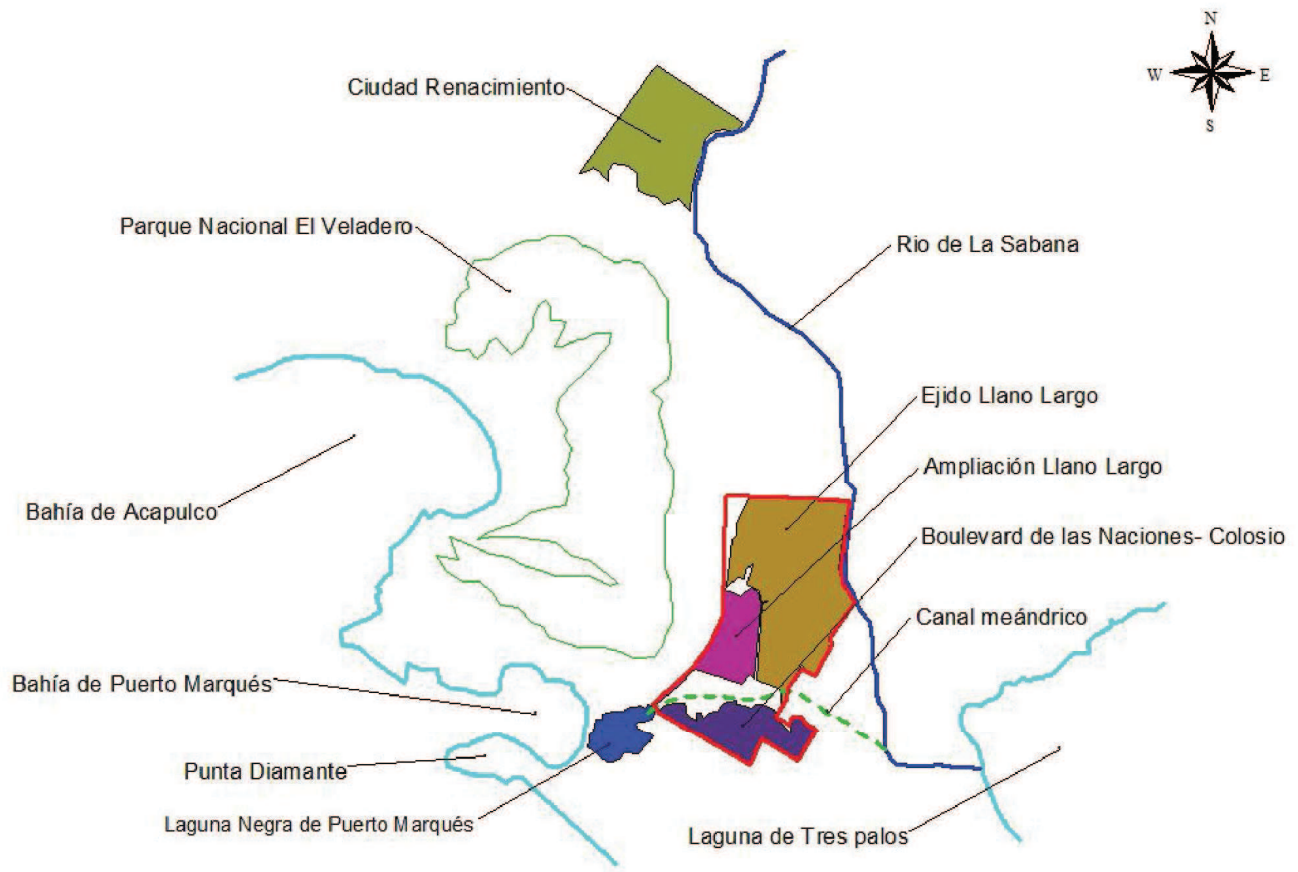


Figura 1. Área de estudio

ductos generados en los planteles.

Para calcular los indicadores se tomó como referencia a la Comisión Económica para América Latina [CEPAL] (2009) que propone una guía metodológica para elaborar indicadores ambientales. El porcentaje es la unidad de medida mencionada en esa guía, pues es un indicador que mide la relación entre dos o más variables (Sánchez y Cruz, 2007) (véase tabla 1).

Resultados

Generación de RSU en centros educativos de Ciudad Renacimiento y Llano Largo.-Colosio.

La generación total de RSU en los sitios estudiados es de 837 kg/día, de los cuales, el 58 % corresponde a los centros educativos del primer sitio y el 42% a centros educativos del segundo. La comunidad escolar de los centros educativos en los sitios estudiados corresponde a 5855 personas, 4135 ubicados en Ciudad Renacimiento y 1720 en Llano Largo-Colosio. La producción per cápita es de 0.12 Kg/ día y 0.20 en Llano Largo-Colosio, que sumados

hacen un total de 0.32 Kg/día, es decir, que para Ciudad Renacimiento corresponde el 36% y en Llano Largo- Colosio corresponde el 64% (véase tabla 2).

Potencial de reciclable por subproductos y por sitio estudiado.

Los residuos reciclables encontrados en las escuelas estudiadas son: papel y cartón 181.4 kg, vidrio 10.7 kg, residuos de jardinería 87.5 kg y plástico rígido 167.5 kg, todos juntos aportan un total de 447.1 kg. En términos de porcentaje el papel y cartón representa el 40.57%, el vidrio el 2.39%, los residuos de jardinería el 19.57% y el plástico rígido el 37.46%. Ciudad Renacimiento tiene una producción de 98.8 kg/día de papel y cartón, vidrio 7.3kg/día, residuos de jardinería 60.5kg/día y plástico rígido 117kg/día, suman un total de 283.6 kg/día, es decir, en términos de porcentaje en Ciudad Renacimiento el 22.1% corresponde a papel y cartón, vidrio el 1.63%, residuos de jardinería 13.53% y plástico rígido 26.17%, juntos hacen un total de 63.43%. Por su parte Llano Largo-Colosio, localizada en la cuenca baja genera papel y cartón 82.6 kg/día, vidrio 3.4 kg/día, residuos de jardinería 27 kg/día y plásti-

Tabla 1. Hoja Metodológica de los indicadores generados en los centros educativos en las localidades de Ciudad Renacimiento y Llano Largo-Colosio

Nombre de Indicador	Descripción Indicador	Dirección	U de medida	Fórmula de Cálculo del Indicador:
Generación de RSU en centros educativos de Ciudad Renacimiento y Llano Largo.-Colosio.	Se tendrá una visión general de la generación de los RSU en centros educativos por sitio estudiado.	El valor de este indicador deberá tener una tendencia a la reducción.	%	$\%GRSUL = \frac{GRSULi}{GTRSU} \times 100$ % GRSUL: Porcentaje de RSU en centros educativos. GRSULi: Generación de RSU sitio i. GTRSU: Generación total de RSU en sitios estudiados.
Potencial de reciclable por subproductos y por sitio estudiado.	Permitirá conocer el porcentaje de los residuos que son susceptibles de reciclaje y su distribución por sitio.	El valor de este indicador deberá tener una tendencia a la reducción.	%	$\%RSUSRL = \frac{RSULi}{TRSU} \times 100$ % RSUL: Porcentaje de RSU con potencial de reciclaje en centros educativos. RSULi: RSU con potencial de reciclaje en sitio i. TRSU: Total de RSU con potencial de reciclaje en sitios estudiados.
RSU para depósito final en relleno sanitario por sitios estudiados.	Proporciona información sobre la cantidad de residuos sólidos que por sus cualidades su destino final es el relleno sanitario.	El valor de este indicador deberá tener una tendencia a la reducción.	%	$\%RSURSL = \frac{RSULi}{TRSU} \times 100$ % RSURSL: Porcentaje de RSU para depósito final en relleno sanitario en centros educativos. RSULi: RSU para depósito final en relleno sanitario en sitio i. TRSU: Total de RSU para depósito final en relleno sanitario en los sitios estudiados.

co rígido 50.5 kg/ día, todo lo cual suma 163.5kg/día. Es decir que en este mismo lugar se genera un 18.47% de papel y cartón, 0.76% de vidrio, 6.4% de residuos de jardinería y 11.29% de plástico rígido, que sumados representan un 36.56% del total (véase tabla 3).

RSU para depósito final en relleno sanitario por sitios estudiados.

Los residuos sólidos cuyo destino final es el relleno sanitario son: residuo fino que pasa la criba 52.9 kg/

día, envase de cartón encerado 27.5 kg/día, plástico de película 52 kg/día, poliuretano 18.7 kg/día, residuos alimenticios 122.1 kg/día y pañales desechables 31.9 kg/día, todos los cuales suman 305.1 kg/día. Expresado en porcentajes encontramos un 17.34%, un 9.01%, un 17.04%, un 6.13%, un 40.02%, y 10.45% respectivamente. En el caso de Ciudad Renacimiento encontramos una generación de 27.9 kg/día de residuo fino que pasa la criba, de 11.3 kg/día de envase de cartón encerado, de 27.6 kg/día de plástico de película, 12.4 kg/día de poliuretano, de 69.9 kg/día

Tabla 2. Generación de RSU en centros educativos de Ciudad Renacimiento y Llano Largo.-Colosio

Sitios/Sector de la cuenca	Generación kg/día	% de Generación	Población escolar	Generación per capita kg	%
Ciudad Renacimiento	485	58	4135	0.12	36
Llano Largo- Colosio	352	42	1720	0.20	64
Totales	837	100	5855	0.32	100

Fuente: Datos sobre generación y clasificación de RSU en Llano Largo y Renacimiento durante 2011

Tabla 3. Potencial de reciclable por subproductos y por sitio estudiado.

Residuos Reciclables	Total kg	% del total	Ciudad Renacimiento kg/día	% reciclables Ciudad Renacimiento	Llano Largo-Colosio kg/día	% reciclables Llano Largo-Colosio
Papel y Cartón	181.4	40.57	98.8	22.1	82.6	18.47
Vidrio	10.7	2.39	7.3	1.63	3.4	0.76
Residuos de jardinería	87.5	19.57	60.5	13.53	27	6.04
Plástico Rígido	167.5	37.46	117	26.17	50.5	11.29
Total	447.1	100	283.6	63.43	163.5	36.56

Fuente: Datos sobre generación y clasificación de RSU en Llano Largo y Renacimiento durante 2011

de residuos alimenticios, y 0 kg/día de pañales desechables, en total encontramos 149.1 kg/día. Estos valores representados en porcentajes son 9.14%, 3.7%, 9.05%, 4.06%, 22.91%, 0% respectivamente, juntos constituyen el 48.87% del total de los residuos generados en la zona estudiada. En cuanto al sector Llano Largo-Colosio encontramos la generación de 25 kg/día de residuo fino que pasa la criba, 16.2 kg/día de envase de cartón encerado, 24.4 kg/día plástico de película, 6.2 kg/día de poliuretano, 55.2 kg/día de residuos alimenticios y 31.9 kg/día de pañales desechables, todo lo cual suma 159 kg/día. Estos valores representados en porcentajes son 8.19%, 5.31%, 7.99 %, 2.08%, 18.09%, 10.45% respectivamente; el total de residuos destinados al relleno en Llano Largo-Colosio suman un 52.11% (véase tabla 4).

Discusión y Conclusiones

Generación de Residuos sólidos Urbanos en escuelas de Ciudad Renacimiento y Llano Largo-Colosio.

La mayor cantidad de RSU se genera en Ciudad Renacimiento con un 58%, no obstante la generación per cápita es mayor en Llano Largo-Colosio donde se genera un 64% per cápita del total producido.

Potencial de reciclaje y o reuso de subproductos generados.

El total de RSU generados es de 837 Kg (véase tabla 2)

Tabla 4. RSU para depósito final en relleno sanitario por sitio estudiado

Residuos para el depósito final relleno sanitario/ segmento de cuenca	Total kg	% del total	Ciudad Renacimiento /segmento medio kg/día	% de residuos para relleno sanitario Ciudad Renacimiento	Llano Largo-Colosio/ segmento bajo kg/día	% de residuos para relleno sanitario Llano Largo-Colosio
Residuo fino que pasa la criba	52.9	17.34	27.9	9.14	25	8.19
Envase de cartón encerado	27.5	9.01	11.3	3.7	16.2	5.31
Plástico de película	52	17.04	27.6	9.05	24.4	7.99
Poliuretano	18.7	6.13	12.4	4.06	6.3	2.06
Residuos alimenticios	122.1	40.02	69.9	22.91	55.2	18.09
Pañales desechables	31.9	10.45	0	0	31.9	10.45
Total	305.1	100	149.1	48.87	159	52.11

Fuente: Datos sobre generación y clasificación de RSU en Llano Largo y Renacimiento durante 2011

por lo que 447.1kg equivale al 53.41% del total de la generación de RSU, es decir que, predomina la generación de los subproductos con potencial de reciclaje. Los subproductos más frecuentes son el papel y cartón, que alcanza porcentajes de 40.57%, el plástico rígido con un 37.46% y los residuos de jardinería con un 19.57%.

Ciudad Renacimiento es la que genera más subproductos reciclables con un 63.43%, de éstos el 26.17% es plástico rígido, papel y cartón 22.1%, residuos de jardinería 13.53%; Llano Largo-Colosio aporta el 36.56%, de los cuales papel y cartón son el 18.47%, el plástico rígido 11.29% y residuos de jardinería 6.04%.

El potencial de reciclaje de los subproductos papel, cartón y plástico rígido mostrado en los sitios estudiados es consistente con los resultados de otros estudios realizados en centros educativos, en unidades académicas de la Universidad Veracruzana en Xalapa, Veracruz (Cabrera 2008) muestran que el papel y el cartón es un rubro importante en los residuos sólidos generados en este ámbito escolar, pero también estos subproductos fueron encontrados de manera significativa en un estudio realizado en un ámbito domiciliario en el municipio de Buenos Aires (Instituto de Ingeniería Sanitaria 2003), para este autor la organización comunitaria y el estudio de los mercados de estos productos se vuelve de particular interés en la construcción de una alternativa de manejo integral de los RSU.

Por otro lado, la separación de subproductos aporta al reuso y reciclaje y con ello a disminuir el volumen de residuos enviados al relleno sanitario, esto ha sido demostrado por Maldonado (2006) en la ciudad de Mérida, mediante un programa de separación en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, en Mérida, (CINVESTAV-Mérida) durante el año 2003, con las acciones desarrolladas se logró reducir en un 67% el volumen de residuos enviados al relleno sanitario en dicha ciudad. En el caso estudiado el reciclaje podría ser una actividad fundamental que podría también contribuir a aminorar la presión de los RSU en el relleno sanitario.

Subproductos cuyo destino final es el relleno sanitario. El total de productos destinados al relleno sanitario fue de 389.9 Kg en toda la zona, lo que equivale al 100% de este tipo de productos producidos en las dos zonas estudiadas. Cabe señalar que el total de RSU generados es de 837 Kg (véase tabla 2) por lo que 389.9 Kg equivale al 46.58% del total de la generación de RSU, es decir, que, aunque es comparativamente menor el porcentaje de RSU

no reciclables, éste se presenta cercano a la mitad de lo producido y ésta es la cantidad que inevitablemente tiene que ser depositadas en el relleno sanitario. Sobre el tipo de residuos no reciclables que se generan en las escuelas estudiadas el subproducto más frecuente es, restos alimenticios con un 40.02%, seguido por residuo fino que pasa la criba con un 17.34%, plástico de película con un 17.04%, pañales desechables 10.45%, envase de cartón encerado 9.01% y poliuretano 6.13%.

Algunos de estos subproductos, tanto los objetos de reciclaje como también los destinados al relleno sanitario, pueden ser disminuidos mediante programas de educación ambiental actividad estratégica para el impulso de una propuesta de manejo integral, que podría también disminuir la generación per cápita y contribuir a disminuir los indicadores registrados en Llano Largo-Colosio (véase tabla 2). La educación ambiental abarcaría a estudiantes, profesores, personal de intendencia, cooperativas escolares y otros que operan al interior de las escuelas, e incluso podría proyectarse sobre ámbitos comunitarios, fortaleciendo estrategias de vinculación y proyección del sector educativo sobre el comunitario.

Referencias

- Cabrera J. 2008. *Prospección de la generación de residuos sólidos urbanos en la Universidad Veracruzana, Región Xalapa*. Tesina, Licenciatura en Biología, Facultad de Biología Universidad Veracruzana. 74 p.
- Maldonado L. (2006). Reducción y reciclaje de residuos sólidos urbanos en centros de educación superior: Estudio de caso. *Revista Ingeniería*, 10-1, 59-68.
- Instituto de Ingeniería Sanitaria. Facultad de Ingeniería Universidad de Buenos Aires. (2003) Escenarios para un programa de reciclaje de RSU en la ciudad de Buenos Aires. Estudio de calidad y gestión de RS de la ciudad de Buenos Aires. *Revista Ingeniería Sanitaria y Ambiental* No 66, 17.
- Comisión Económica para América Latina CEPAL (2009) Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe. Serie Manuales 1-129, Santiago de Chile.
- Sánchez Toro Diana y Cruz Cerón Gabriel. (2007). Marco conceptual para el desarrollo de indicadores de sustentabilidad. *Agronomía*. 15 (1) 63-88. Universidad de Caldas. España.