

Manejo de residuos sólidos urbanos: una estrategia de educación ambiental en Paraguay**Urban solid waste management: an environmental education strategy in Paraguay**Masayuki Miyazaki^{1,*}, Victorio Enrique Oxilia Dávalos² & Mario Gustavo Leiva Enrique³¹ Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Centro de Desarrollo Tecnológico Ambiental, San Lorenzo, Paraguay.² Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Politécnica, Dirección de Investigación y Postgrado, San Lorenzo, Paraguay.³ Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Dirección de Prestación de servicios, San Lorenzo, Paraguay.*Autor correspondiente: cda@facen.una.py.

Resumen: El manejo de los Residuos Sólidos Urbanos –RSU– continúa siendo un tema irresuelto para la gran mayoría de los países. El crecimiento demográfico, el aumento de las industrias, los cambios en patrones de consumo y las mejoras del nivel de vida son los factores que influyen directamente con la misma. Para esta parte de la región se observa un aumento en la tendencia de la producción per cápita de RSU. Asimismo, en el país se estima que solo una pequeña porción de los RSU generados son tratados en sitios con licencia ambiental. En efecto una información sobre la gestión integral de RSU es fundamental para iniciar con la acción basada en el fortalecimiento de la conciencia ambiental apuntando hacia la construcción de una sociedad sostenible. Esta investigación analizó comparativamente la generación de RSU en Paraguay según producción per cápita en kg/persona/día, datos que se contrastan con el promedio mundial y de la región. Finalmente, estos datos son comparados con los del país de Japón, ya que en dicho país hace aproximadamente veinte años se tuvo una situación parecida a la nuestra en cuanto a generación de residuos, pero lograron reducir gradualmente con el tiempo. Para conseguir la información se han consultado diferentes fuentes como: revistas y artículos científicos, revistas de divulgación y sitios web, asimismo entrevistas a actores claves. Los resultados revelan la importancia de la normativa legal y fortalecimiento de la conciencia ambiental ciudadana como los principales componentes que contribuyen al éxito.

Palabras clave: Residuos sólidos urbanos, Educación Ambiental

Summary: The management of Urban Solid Waste –MSW– continues to be an unresolved issue for the vast majority of countries. Population growth, the increase in industries, changes in consumption patterns, and improvements in the standard of living are the factors that directly influence it. For this part of the region, an increase in the trend of per capita production of MSW is observed. Likewise, in the country it is estimated that only a small portion of the generated MSW is treated in sites with an environmental license. In fact, information on the integral management of MSW is essential to initiate action based on strengthening environmental awareness, aiming at the construction of a sustainable society. This research comparatively analyzed the generation of MSW in Paraguay according to per capita production in kg / person / day, data which is contrasted with the world average and that of the region. Finally, these data are compared with those of Japan, since in said country approximately twenty years ago there was a situation similar to ours in terms of waste generation, but they managed to reduce their MSW generation gradually over time. In order to obtain the information, different sources have been consulted, such as: scientific journals and articles, popular magazines and websites, as well as interviews with key actors. The results reveal the importance of legal regulations and strengthening citizen environmental awareness as the main components that contribute to success.

Key words: Urban Solid Waste, Environmental Education.

Introducción

Los residuos sólidos son aquellos materiales, sin incluir líquidos o gases, que según el parecer de las personas que generan, no presentan ningún tipo de valor y deben desecharse. Dichos residuos se generan en cualquier tipo de actividad, y la cantidad de gene-

ración varía según diversos factores como la estación climatológica y zona geográfica (Corbitt, 2003).

Antiguamente, la evacuación de los residuos sólidos no concebía grandes problemas, debido a la baja población en comparación al terreno que se contaba para disposición final (Tchobanoglous

Recibido: 11/09/2020 Aceptado: 01/02/2022



et al., 1994). Al mismo tiempo, la alimentación se basaba mayoritariamente en especies vegetales de rápida asimilación en el medio ambiente, además, tanto los bienes como los equipos que disponían eran de origen natural (Pinzón, 2010). Los problemas relacionados a los residuos sólidos empezaron a surgir cuando los seres humanos comenzaron a congregarse en tribus, aldeas y comunidades, y es así, que la acumulación de residuos se presenta como una derivación de la vida que se empezó a desarrollar (Tchobanoglous *et al.*, 1994).

El manejo inadecuado de los residuos sólidos como la disposición a cielo abierto favorece la proliferación de vectores como las ratas, moscas, mosquitos y cucarachas que pueden transmitir diversos tipos de enfermedades a los seres humanos (Acurio *et al.*, 1997). Asimismo, puede originar contaminación del agua, aire y el suelo. Por otra parte la naturaleza tiene capacidad de reducir los impactos negativos, pero cuando la misma es superada se pueden desarrollar desequilibrios ecológicos (Ibarrarán *et al.*, 2003). En efecto, como expresa Perevochtchikova (2012) es necesario implementar acciones sostenibles desde el punto de vista de las políticas, las culturas y la educación, para solucionar o minimizar los impactos negativos al medio ambiente.

Los Residuos Sólidos Urbanos incluyen a todos los residuos generados de las actividades urbanas de una comunidad como son: residencias, comercios, instituciones, construcción y demolición, servicios municipales y otras afines, con la excepción de los residuos sólidos provenientes de las actividades industriales y agrícolas (Tchobanoglous *et al.*, 1994).

Tchobanoglous *et al.*, (1994) consideran que es imprescindible el conocimiento de los orígenes, los tipos, la composición y la generación de los residuos sólidos para diseñar un programa de gestión de la misma de una comunidad.

Con relación a las estimaciones de las cantidades de RSU normalmente se basan en la cantidad de residuos generados por persona en un día -kg/persona/día- (Tchobanoglous *et al.*, 1994). Al mismo tiempo, los RSU están formados tanto por materiales como por productos, deduciendo por materiales los compuestos como el papel y cartón, tejidos, vidrio,

metal, plástico, madera y residuos de comida. Con excepción de los residuos de comida y de los tejidos, cada categoría de material está compuesto por varios productos (Corbitt, 2003). Por otra parte, la separación de residuos desde el origen, consiste en la clasificación de diferentes componentes de los RSU en la fuente de separación (Sáez & Urdaneta, 2014). Así pues, los residuos como papel, cartón, vidrio, plástico, madera, metal, entre otros, pueden ser separados y reaprovechados de diversas maneras, lo que representaría disminuir la generación de los RSU y ahorrar recursos, tanto en la gestión de los residuos como en los procesos de elaboración de los productos (Tello *et al.*, 2010). Por último, la disposición final de residuos sólidos en sitios seguros es un factor sustancial en donde el método del vertido directo en tierra es el más aplicado en el mundo, debido a que se trata de una técnica económica de evacuación de residuos (Tchobanoglous *et al.*, 1994).

Con respecto a la Educación Ambiental se menciona que, ésta no se puede incluir en una sola definición sino como un proceso permanente en donde la ciudadanía en general adquiere conciencia de la naturaleza compleja del medio ambiente y los valores necesarios para participar activamente en la resolución de los problemas ambientales presentes y futuros. Asimismo, está encaminada a que cada persona adquiera y a la vez transfiera los conocimientos, es decir una educación que dura toda la vida y pueda desarrollarse en diferentes contextos como el hogar, la escuela, el ocio, el trabajo y la comunidad (Ministerio de Medio Ambiente de España, 1999).

Finalmente, la educación para el Desarrollo Sostenible apunta hacia la construcción de una sociedad, en donde todos los pobladores tengan el mismo acceso para el aprendizaje de valores, estilos de vida y comportamientos necesarios para la construcción de un futuro sostenible a través de la creación de las redes, la interacción y el intercambio, fomentando una mayor calidad de la enseñanza e impulsando estrategias a todos los niveles para desarrollar capacidades (UNESCO, 2005).

Métodos

El objeto del presente estudio fue analizar compara-

Tabla 1. Generación de Residuos Sólidos Urbanos por región. Año 2016 (Fuente: Kaza *et al.*, 2018).

| Región | Generación per cápita de Residuos Sólidos Urbanos, en kg/persona/día | Generación total de Residuos Sólidos Urbanos, en millones de toneladas/año |
|----------------------------------|--|--|
| África Subsahariana | 0,46 | 174 |
| Asia del Sur | 0,52 | 334 |
| Asia Oriental y Pacífico | 0,56 | 468 |
| Oriente Medio y África del Norte | 0,81 | 129 |
| América Latina y el Caribe | 0,99 | 231 |
| Europa y Asia Central | 1,18 | 392 |
| América del Norte | 2,21 | 289 |

tivamente la generación de RSU en Paraguay según producción per cápita en kg/persona/día, datos que se contrastan con el promedio mundial y de la región. Finalmente, estos datos fueron comparados con los de Japón, ya que allí hace aproximadamente veinte años se tuvo una situación parecida a la nuestra en cuanto a generación de residuos, pero después de la implementación de mejoras en la gestión, los RSU en el mencionado país se redujeron gradualmente.

El enfoque de esta investigación corresponde a cualitativo, en efecto se manejan datos numéricos para cada situación, pero su análisis no estuvo enfocado en las estadísticas, es decir lo que se buscó es obtener datos para convertirlos en información. Asimismo pertenece al tipo de investigación comparativa debido a que contrasta los datos de una región a otra. En cuanto al diseño de la investigación, ésta corresponde a la no experimental, debido a que se realizó sin la manipulación de variables.

Al mismo tiempo, las fuentes de datos primarios fueron las entrevistas a técnicos responsables y expertos en el área. Asimismo, las fuentes de datos secundarios fueron las revistas y artículos científicos, revistas de divulgación y sitios web. Por último, esta investigación se llevó a cabo de enero a diciembre del año 2019.

Resultados

En el año 2016 la generación de RSU a nivel global fue de 2,01 mil millones de toneladas y con una producción per cápita de 0,74 kg/persona/día, variando entre 0,11 a 4,54 kg/persona/día. Esta tasa de generación varía según la región, el país e incluso dentro de las ciudades, en general cuanto mayor es el desarrollo económico y la tasa de urbanización, mayor es la cantidad de residuos generados. Asimismo, para América Latina y el Caribe fue de 231 millones de toneladas en el año 2016, con una producción per cápita de 0,99 kg/persona/día, variando entre 0,41 a 4,46 kg/persona/día (Kaza *et al.*, 2018).

Asimismo, la producción per cápita de RSU en el país varía de un municipio a otro, siendo 0,94 kg el promedio de la generación por persona en un día (Tello, Martínez, Daza, Soulier & Terraza, 2010). Por lo tanto con la proyección de la población a nivel país para el año 2019, se estima una generación total de 6.723.541 kg de RSU al día (DGEEC, 2015).

En la Tabla 1, se observa la producción per cápita de RSU por regiones correspondiente al año 2016, en donde se percibe una baja generación de residuos en las regiones de ingreso económico bajo y medio-bajo como es el caso de África Subsahariana y Asia del Sur, en comparación a los territorios de ingreso económico alto como América del Norte y Europa y Asia Central.

En cuanto a la proyección de la generación de RSU, a nivel global se estima un aumento la misma. Para esta parte de la región se prevé que la producción per cápita aumente de 0,99 kg a 1,11 kg para el año 2030 (Kaza *et al.*, 2018).

Por otra parte, no se han encontrado estudios relacionados con la proyección de la generación de RSU a nivel país. No obstante, para la ciudad de Asunción se cuenta con los estudios del año 1994 realizado por la JICA & MSPyBS (1994), así como también los estudios del año 2009 y una proyección al año 2017 realizado por Casati (2010), en donde se estima, de manera similar al estudio realizado por Kaza *et al.*, (2018), un aumento en la tendencia de la generación de RSU por persona.

En la Tabla 2, se observa una proyección de la producción per cápita de RSU por regiones, en donde se percibe un aumento considerable para los habitantes de las regiones con menor ingreso económico, en comparación a los habitantes de los territorios de mayores ingresos económicos. Es decir las regiones como América del Norte, Europa y Asia Central, experimentan menor aumento, puesto que en estos territorios han alcanzado un punto de desarrollo económico en el que el consumo está menos relacionado con el desarrollo económico. Por el contrario se aprecia en las regiones de África subsahariana y Asia del Sur, aumentan en paralelo con el crecimiento económico y urbanización en estos países.

Con relación a la composición de los RSU, a

nivel global la mayor proporción corresponde a residuos orgánicos. Sin embargo, esta varía de un territorio a otro, donde los factores como la cultura, el desarrollo económico, el clima y las fuentes de energía influyen directamente con la generación de la misma (Hoornweg & Bhada-Tata, 2012). En efecto, en los países de menores ingresos económicos predominan los residuos orgánicos y en los países de mayores ingresos económicos los residuos reciclables como papel y el plástico (Kaza *et al.*, 2018).

Por otro lado, no se han encontrado estudios relacionados con la composición de los RSU a nivel país, pero se cuenta con los datos de la media de los municipios correspondiente a la categoría micro-cantidad de habitantes menor o igual a 15.000- y mediana -cantidad de habitantes entre 50.001 - 300.000- del país en donde se perciben que el de mayor proporción corresponden a residuos orgánicos (Secretaría Técnica de Planificación, 2004).

Con respecto a la recuperación de los RSU, a nivel global se recuperan unos 19% principalmente a través del reciclaje y el compostaje. No obstante en América Latina y el Caribe, son pocos los países que realizan una separación y recuperación formal de materiales reciclables, asimismo para esta parte de la región son escasos los países que cuentan con planta de separación formal y utilizan el reciclado como parte de su gestión ambiental.

Conforme con la reunión realizada con la Jefa del Departamento de RSU del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADES-, en junio

Tabla 2. Proyección de la producción per cápita de Residuos Sólidos Urbanos por región, en kg/persona/día. (Fuente: Kaza *et al.*, 2018).

| Regiones | Año 2016 -kg/persona/día- | Año 2030 -kg/persona/día- | Año 2050 -kg/persona/día- |
|----------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| África Subsahariana | 0,46 | 0,50 | 0,63 |
| Asia del Sur | 0,52 | 0,62 | 0,79 |
| Asia Oriental y Pacífico | 0,56 | 0,68 | 0,81 |
| Oriente Medio y África del Norte | 0,81 | 0,90 | 1,06 |
| América Latina y el Caribe | 0,99 | 1,11 | 1,30 |
| Europa y Asia Central | 1,18 | 1,30 | 1,45 |
| América del Norte | 2,21 | 2,37 | 2,50 |

Tabla 3. Composición de los Residuos Sólidos Urbanos recuperados. Año 2016. (Fuente: Kaza *et al.*, 2018).

| Regiones | Reciclaje -%- | Compostaje -%- |
|----------------------------------|---------------|----------------|
| África Subsahariana | 6,6 | < 1 |
| Asia del Sur | 5 | 16 |
| Asia Oriental y Pacífico | 9 | 2 |
| Oriente Medio y África del Norte | 9 | 4 |
| América Latina y el Caribe | 4,5 | < 1 |
| Europa y Asia Central | 20 | 10,7 |
| América del Norte | 33,4 | 0,4 |

del año 2019, en la fecha se estima una recuperación de 5 % del total de los RSU generados a nivel país, principalmente a través de los trabajadores informales que operan en las áreas públicas y vertederos. Por lo cual, relacionado la proyección de la población a nivel país para el año 2019 (DGEEC, 2015) con la producción per cápita de RSU del Paraguay (Tello *et al.*, 2010), se estima una recuperación de 336.177 kg de RSU al día para su posterior reciclaje.

En la Tabla 3, se visualiza la cantidad de RSU recuperados por regiones, en donde se destacan la región de América del Norte con 33,8 % como el territorio de mayor recuperación y por el contrario, la región de América Latina y el Caribe como el territorio de menor recuperación con un porcentaje menor a 5,5 %.

Por otra parte, en cuanto a la disposición final de RSU, a nivel global la mayor porción de RSU generados son tratados en rellenos sanitarios y vertederos a cielo abierto, alrededor de 19 % se recuperan a través del reciclaje y el compostaje y solamente alrededor de 15 % son tratados mediante planta de incineración moderna. Asimismo, en América Latina y el Caribe, el relleno sanitario y el vertedero a cielo abierto es el principal sistema usado para la disposición final de RSU con 68,5 % y 26,8 % respectivamente (Kaza *et al.*, 2018).

Con base en la reunión realizada con la Jefa del Departamento de RSU del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADES-, en junio del año 2019, se estima que en Paraguay solamente el 36 % de los RSU generados son tratados en sitios

con licencia ambiental. Por tanto, relacionado la proyección de la población a nivel país para el año 2019 (DGEEC, 2015) con la producción per cápita de RSU del Paraguay (Tello *et al.*, 2010), se estima que tan solo 2.574.973 kg de RSU al día son tratados en sitios adecuados.

Por último, de acuerdo con el Ministerio del Medio Ambiente de Japón (2019), en dicho país se destaca por reducir cada vez más la generación per cápita de los RSU. Hasta el año 2000, la proyección de la generación por persona de los RSU, fue parecida a lo que ocurre en la actualidad en el mundo y también en Paraguay, en donde se produce mayor cantidad de RSU por persona, hasta llegar a un pico máximo de 1,185 kg/persona/día. No obstante, desde entonces la tendencia ha llegado a disminuir, logrando alcanzar un valor de 0,920 kg/persona/día para el año 2017 (Fig. 1). La reducción de la generación per cápita de los RSU se debió a que, a partir de las décadas del 2000, se establecieron leyes y políticas relacionadas al manejo de residuos sólidos, además de las actividades de Educación ambiental que apuntan hacia la construcción de una sociedad orientada al reciclaje (Ministry of the Environment of Japan, 2014).

Conclusiones

A modo de conclusión y desde la perspectiva del investigador, se observó que a nivel global la proyección de la generación de RSU es la del crecimiento, con una tendencia de que cada vez una persona genere mayor cantidad de residuos.

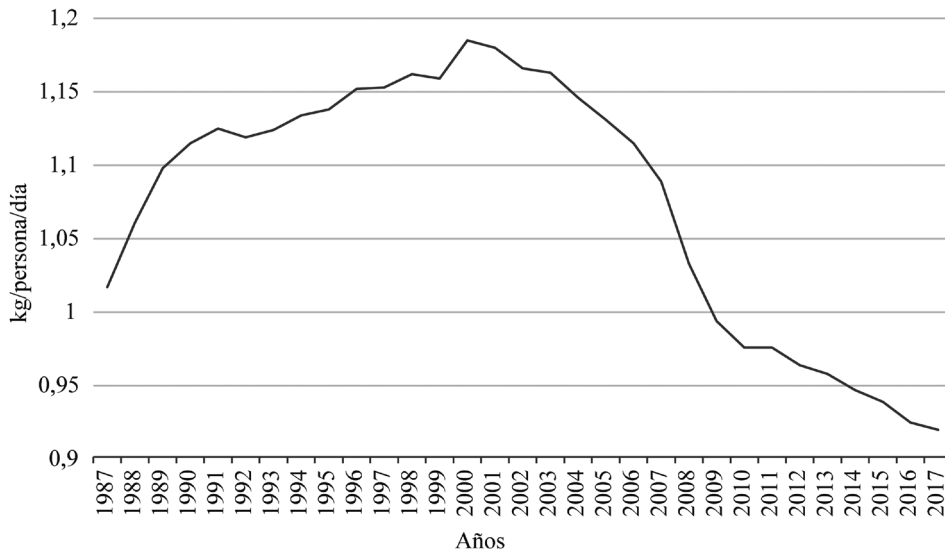


Figura 1. Producción anual per cápita de RSU de Japón. (Fuente: Ministry of the Environment of Japan, 2018).

En cuanto a la composición de los RSU se refiere, a medida que las naciones prosperan económicamente empiezan a predominar los residuos como el papel y el plástico, sin embargo tanto a nivel global como local el de mayor proporción siguen siendo los residuos orgánicos.

Al mismo tiempo, cabe resaltar que actualmente más de la mitad de los pobladores del Paraguay ya cuenta con el servicio de recolección de RSU, sin embargo solo el 36 % del total de los residuos son tratados en sitios con licencia ambiental. Asimismo, referente al reciclaje de RSU a nivel local, se estima una recuperación de 5 % de los residuos principalmente a través de los trabajadores informales que operan en las áreas públicas y vertederos. Con respecto a la conciencia ambiental, aún existe carencia de parte de los pobladores locales, lo cual se evidencia con la acumulación de miles de residuos, principalmente posterior a algún evento o festejo.

En concreto, un punto de partida para reducir la generación de RSU podría ser la implementación del compostaje, a través del método Takakura. El compostaje hace un uso efectivo de los residuos orgánicos y la ventaja de este método frente a los tradicionales es la de reducir el tiempo de producción del compostaje de más de tres meses a unas dos semanas. En efecto, este método fue probado

con éxito en Surabaya de Indonesia, una ciudad con tres millones de habitantes, donde se ha logrado reducir más del 20% de la generación de RSU a través de los cuatro años de promoción activa en dicha actividad. Al mismo tiempo se observa la importancia de promover las actividades de Educación ambiental, principalmente para fortalecer la conciencia ambiental de los pobladores locales y crear en ellas la predisposición y motivación hacia la construcción de una sociedad sostenible desde el punto de vista del manejo de RSU en el país.

Agradecimientos

A los funcionarios del Departamento de RSU del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADES- y al señor Kunito Ishibashi por las informaciones brindadas. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología -CONACYT- por la beca otorgada y a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales -FACEN – UNA- por su compromiso institucional y académico.

Contribución de los autores

Los autores contribuyeron de igual manera en la elaboración de este artículo.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Literatura citada

- Acurio, G., Rossin, A., Teixeira, P. & Zepeda, F. (1997). *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo / Organización Panamericana de la Salud. iv + 130 pp.
- Casati, R. (2010). *Evolución y tendencia de la cantidad, generación y composición de los residuos sólidos en Asunción*. Tesis de Maestría. Asunción: Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción.
- Corbitt, R. (2003). *Manual de Referencia de la Ingeniería Ambiental*. Madrid: Mc. Graw Hill. 1608 pp.
- DGEEC. (2015). *Paraguay: Proyección de la Población por Sexo y Edad, según Distrito, 2000 - 2025, Revisión 2015, Paraguay*. Fernando de la Mora: Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos. 581 pp.
- Hoonweg, D. & Bhada-Tata, P. (2012). *What a Waste : A Global Review of Solid Waste Management. Urban development series*. Washington, DC: The World Bank Urban Development & Local Government Unit. xix + 98 pp.
- Ibarrarán, M. E., Islas, I. & Mayett, E. (2003). Valoración económica del impacto ambiental del manejo de residuos sólidos municipales: estudio de caso. *Gaceta Ecológica*, 67: 69-82.
- JICA & MSPyBS. (1994). *Estudio sobre el Manejo de Residuos Sólidos en el Área Metropolitana de Asunción*. Asunción: Japan International Cooperation Agency / Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. 346 pp.
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P. & Van Woerden, F. (2018). *What a waste 2.0. A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Washington DC: International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. xviii + 272 pp.
- Ministerio de Medio Ambiente de España. (1999). *Libro Blanco de la Educación ambiental en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente - Secretaría General de Medio Ambiente. 109 pp.
- Ministry of the Environment of Japan. (2014). *History and Current State of Waste Management in Japan*. Tokyo: Office of Sound Material-Cycle Society. 30 pp.
- Ministry of the Environment of Japan. (2019). *Waste treatment in Japan 2017*. Tokyo: Environmental Rehabilitation and Resource Recycling Bureau. 6 + 79 pp.
- Secretaría Técnica de Planificación. (2004). *Evaluación regional Servicios de manejo de residuos sólidos municipales: Informe analítico: Paraguay*. Asunción: Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud. viii + 52 pp.
- Perevochtchikova, M. (2012). La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. *Gestión y Política Pública*, 22(2): 283-312.
- Pinzón, L. F. (2010). Influencia de los rellenos sanitarios en el cambio climático. *Revista Gestión Integral en Ingeniería Neograndina*, 2(1): 1-13.
- Sáez, A. & Urdaneta, J. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*, 20(3): 121-135.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H. & Vigil, S. (1994). *Gestión integral de residuos sólidos*. Vols. I & II. Madrid: McGraw Hill. xxiii + 1107 pp.
- Tello, P., Martínez, E., Daza, D., Soulier, M. & Terraza, H. (2010). Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe 2010. OPS / OMS / BID / AIDIS /. 158 pp.
- UNESCO. (2005). *Proyecto de plan de aplicación internacional del Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible*. Paris: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. 63 pp.