

Cuantificación de residuos sólidos urbanos inorgánicos en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo

Quantification of inorganic urban solid waste at the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo



Héctor Darío González-López¹, Eduardo Alberto Lara-Reimers^{1*}, Dorian Ortiz-López²

¹Departamento Forestal, ²Departamento de Botánica, alumna egresada del Programa Docente de Agrobiología. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, C.P. 25315, Saltillo, Coahuila, México. Correo electrónico: agroforestal33@gmail.com [*Autor responsable]

RESUMEN

Los residuos sólidos urbanos inorgánicos son materiales que, debido a sus características químicas, su descomposición es muy lenta; tales materiales se clasifican como: plástico, vidrio, papel y metales, para de esta forma facilitar su separación primaria y secundaria.

En la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), de Buenavista, Saltillo, se generan grandes cantidades de residuos sólidos urbanos inorgánicos, de los cuales no se tiene evidencia de su separación y registro, considerando la problemática ambiental que producen, además de sus costos por recolección y manejo. El presente trabajo se llevó a cabo con el objetivo de cuantificar los residuos sólidos urbanos inorgánicos generados dentro de la Universidad. Se realizó una visita al área de mantenimiento para recabar información sobre calidad, cantidad y ubicación de los contenedores y, posteriormente, se hicieron recorridos por el campus para ubicarlos. Seguido de lo anterior, se ubicaron los departamentos donde se llevaría a cabo un muestreo aleatorio, con la finalidad de asignar igual probabilidad a cada área. Se solicitó apoyo al personal de intendencia, a quienes se les indicó el procedimiento de separación de los residuos, para lo cual se les proporcionaron cinco bolsas de 90 cm x 120 cm, una para cada tipo de residuo sólido urbano inorgánico. Los residuos se pesaron con una báscula Torey L-EQ 5/10 durante un mes: del 18 de agosto al 05 de septiembre de 2014. A partir de los resultados, se determinó que existe diferencia en la cantidad generada por tipo de residuos sólidos urbanos inorgánicos en el campus universitario y que no cuenta con los contenedores necesarios para su separación.

Palabras clave: residuos sólidos urbanos inorgánicos, cuantificación de residuos sólidos, clasificación de residuos, residuos en el centro educativo.

ABSTRACT

Inorganic municipal solid waste are materials whose deterioration is very slow due to their chemical composition, such as plastic, glass, paper and metals, they are classified in this way to facilitate their primary and secondary separation.

In the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo big amount soft inorganic urban solid residuals of which there is no evidence of separation and registration are generated. Considering the environmental problems that cause this type of residuals, the costs of collection and management; The present work was carried out with the objective of quantifying the inorganic urban solid residuals. Inside the activities a visit to the main ten an ceare a was conducted to gat herin formation on quality, quantity and location of the containers, then runs were performed to locate them. Following this the departments where the sampling design would be taken were located, making an aleatory sampling design with the objective of assign equal probability to each area. The areas selected were Natural Resources, Socioeconomics, Parasitology, and The dining room of school. Was requested support to the personal of clean-staff, pointing the procedure of separating to the residuals, providing them five bags with dimensions of 90 cm per120 m, one by each type of inorganic solid urban residual., one for each type of inorganic urban solid waste. Weighting was performed for a month; from August 18to September 5, 2014 at a scale 5/10 Torey L-EQ. Was determined that there is a difference in the amount generated by type of inorganic solid residuals on the campus and do not have the necessary containers for its separation.

Keywords: inorganic urban solid residual, quantification of solid residuals, residuals categories, residuals in educational centers.

INTRODUCCIÓN

Un residuo es un material o producto que el poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido, semisólido, líquido o gas (Ley General para la Prevención de Gestión Integral de los Residuos, 2013), cuya calidad no permite incluirlo nuevamente en el proceso que lo generó (Norma Mexicana NMX-AA-091-1987), algunos de los cuales pueden ser reciclados (Subdirección de Procesos Escolarizados de la Dirección de Educación Ambiental, 2013).

Los residuos sólidos urbanos se clasifican de la siguiente manera: plástico, vidrio, papel y metales (UNESCO, 1997), para facilitar su separación primaria y secundaria (Ley General para la Prevención de Gestión Integral de los Residuos, 2013); estos residuos provienen de los hogares, comercios, construcciones, demoliciones, y de las calles de las ciudades (Shirke, 2009); son materiales inorgánicos cuya descomposición es muy lenta debido a su composición química, sin embargo, algunos se pueden reciclar (Subdirección de Procesos Escolarizados de la Dirección de Educación Ambiental, 2013).

La dispersión de residuos sólidos urbanos inorgánicos sin ningún tipo de control genera impactos negativos en la salud y el medio ambiente (Godoy, 2012), tales como contaminación del suelo y de acuíferos, por percolación de lixiviados (Kjeldsen *et al.*, 2002.), contaminación de las aguas (Butt, 2007), emisión de gases de efecto invernadero (Zaharia *et al.*, 2005), ocupación no controlada del territorio (Zerkel, 2013), proliferación de plagas y vectores de enfermedades (Sarhan, 2006), además de contaminación visual (Mazzeo, 2012).

En el campus universitario de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Saltillo, se generan grandes cantidades de residuos sólidos urbanos inorgánicos, de los cuales no se tiene evidencia de su separación y registro. Tampoco se cuenta con los contenedores adecuados para lograr la separación de dichos residuos, los cuales se generan en casi todas las actividades humanas (Seoáñez, 2000b).

Considerando la problemática ambiental que generan los residuos sólidos urbanos inorgánicos y los costos de recolección y manejo, se plantea que el presente estudio, aborde la cuantificación y la clasificación de este tipo de residuos, como una alternativa para una solución de su dispersión y manejo inadecuado.

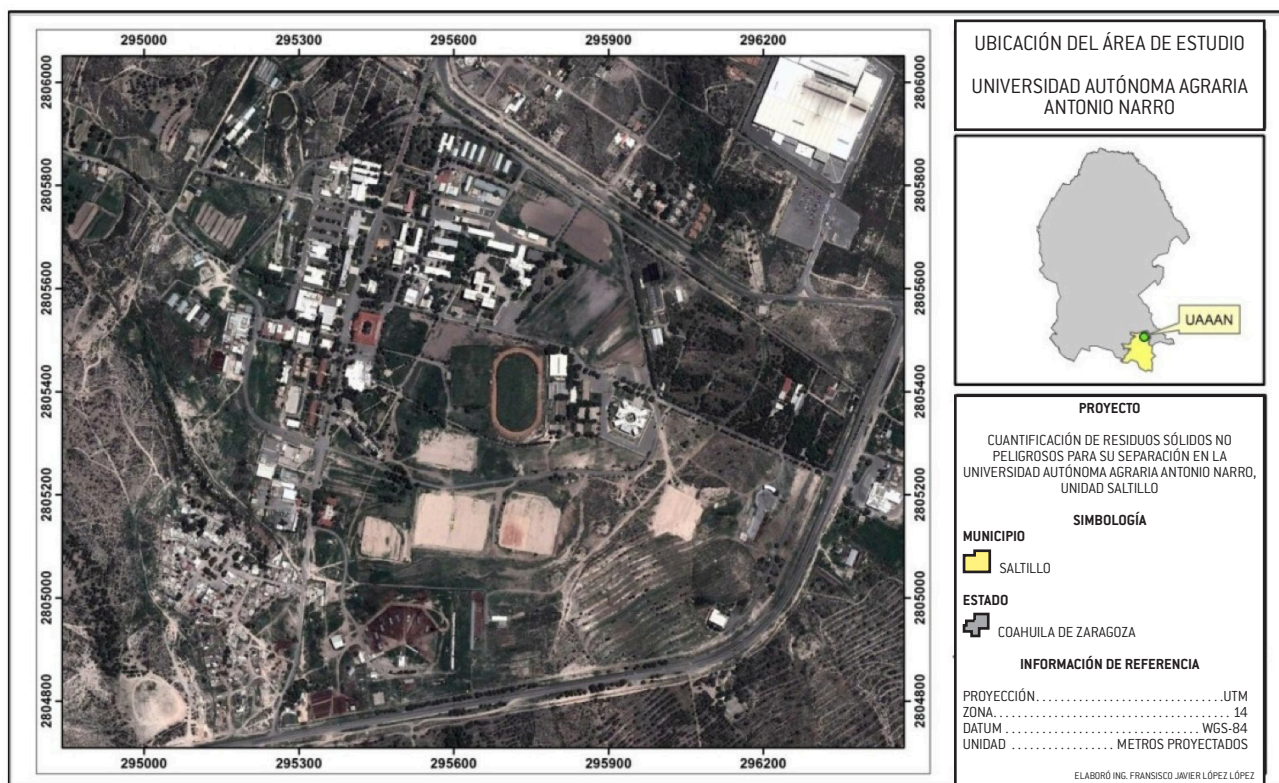


Figura 1. Localización del área de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro se ubica en Buenavista, Saltillo, Coahuila, sobre la carretera 54 (Saltillo-Zacatecas). Se localiza entre las coordenadas geográficas 25° 22" de latitud norte y 101° 02' longitud oeste y a una altitud de 1,742 msnm.

Su clima se clasifica como muy seco, BWhw (x'); semicálido, con invierno fresco, extremoso, con lluvias en verano, y una precipitación invernal superior a 10% del total anual. La precipitación total anual media es de 350-400 mm. La temporada de lluvias es de junio a octubre, el mes más lluvioso es julio, y el más seco, marzo.

Ubicación de los contenedores de residuos

Se realizó una visita al área de mantenimiento de la Universidad para recabar información sobre la cantidad, la capacidad y la ubicación de contenedores de residuos. Posteriormente se hicieron recorridos por el campus universitario para situar físicamente los contenedores, y finalmente verificar la cantidad y capacidad de los diferentes tipos de contenedores.

Diseño experimental y obtención de los datos

Posterior a la obtención de información sobre la ubicación y capacidad de contenedores, se seleccionaron los departamentos donde se llevaría a cabo el muestreo; para hacerlo, se tomó en cuenta la dimensión de la universidad y la cantidad de contenedores con que cuenta. Al observar que los residuos sólidos urbanos inorgánicos en los contenedores presentarían dificultad de separación, ya que no se realiza una separación previa, se optó por diseñar un muestreo aleatorio de las áreas que cuentan con contenedores, con la finalidad de asignarle igual probabilidad a cada elemento (Vivanco, 2005), y se seleccionaron las áreas que favorecieran la separación y cuantificación de residuos sólidos urbanos inorgánicos y, finalmente, se determinaron los horarios y días en que se realizaría la toma de datos en cada área. Los residuos se separaron en bolsas de plástico transparente de 90 cm x 120 cm (una para cada tipo de residuo).

En el caso del comedor no fue necesario utilizar bolsas, debido a que se obtienen demasiados desechos, el área de Mantenimiento se encargó de su recolección, para luego pesarlos en básculas especiales; posteriormente, el personal del comedor entregaba el

ticket para verificar los kilos obtenidos. Las indicaciones de separación y la entrega del material se realizaron una semana previa a la fecha de inicio del trabajo.

El pesado de residuos sólidos urbanos inorgánicos se realizó durante un mes para cada una de las áreas, y su separación se hizo de lunes a viernes. Las bolsas con los residuos separados se pesaron en una báscula Torey L-EQ5/10, antes de depositarlos en los contenedores finales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contenedores

Dentro del campus universitario existen 58 contenedores principales con una capacidad que varía de 200 L hasta 3 ton, además de una tolva de 30 m³. En el Cuadro 1 se enlistan los lugares donde se localizan estos contenedores.

Cuadro 1. Contenedores dentro del campus universitario.

| Ubicación | Cantidad | Capacidad |
|--------------------|-----------|----------------------------|
| Arco | 1 | 1.5 ton |
| Horticultura-bajío | 1 | 3 ton |
| Fitomejoramiento | 1 | 3 ton |
| Posgrado | 2 | 3 ton |
| Canchas de rápido | 2 | 3 ton |
| Mantenimiento | 1 | 3 ton |
| Palomares | 1 | 3 ton |
| Pentágono | 1 | 3 ton |
| Forestal | 1 | 1.5 ton |
| Biblioteca | 1 | 3 ton |
| Parada de camiones | 1 | 3 ton |
| Dormitorios | 7 | 200 L |
| La Gloria | 4 | 200 L |
| Zona de aulas | 32 | 60 cm x 70 cm |
| Deportivo | 1 | 1.5 ton |
| Bajío | 1 | Tolva de 30 m ³ |
| Total | 58 | |

Generación de residuos sólidos urbanos inorgánicos

Durante el periodo de este trabajo se obtuvo un total de 1,190.44 kg; en este lapso se obtuvieron los datos de generación de residuos de cada área muestreada y la cantidad de cada tipo de residuo originado. Se encontró que el área con mayor cantidad de residuos fue Comedor con 1,148.74 kg, que contrasta con Socioeconómicas, que mostró menor generación de residuos, con 7.58 kg; en cuanto a tipo de residuo, el cartón fue el que más se generó, con 953.84 kg, mientras que de vidrio sólo se obtuvieron 6.65 kg (Cuadro 2).

Sólo el tratamiento Comedor-Cartón fue diferente a los demás, ya que de esta área se obtuvo la mayor cantidad de cartón. El resto de los tratamientos se agrupan en una sola categoría estadística (Cuadro 3), lo cual indica que sólo la cantidad de cartón generada en Comedor es diferente estadísticamente a todas las cantidades de los demás residuos. También se observa en este cuadro que el comedor es el área con mayor producción de plástico y de aluminio, pero no se detectó cantidad alguna de papel y vidrio. Si se deja fuera el comedor, en las demás áreas la cantidad media de residuos recolectados, indistintamente de cual se trate, fue menor a

Cuadro 2. Residuos obtenidos por área.

| Área | Residuo (kg) | | | | | | Total |
|--------------------|--------------|----------------|--------------|-------------|---------------|------------|----------------|
| | Papel | Cartón | Aluminio | Vidrio | Plástico | Fecha | |
| Comedor | ND | 300 | 2.77 | ND | 40 | 11-15 Ago. | 1148.74c |
| | ND | 410 | 37.76 | ND | 40 | 18-22 Ago. | |
| | ND | 80 | 10.28 | ND | 22.50 | 25-29 Ago. | |
| | ND | 150 | 32.93 | ND | 22.50 | 01-05 Sep. | |
| Recursos naturales | 1.09 | 3.05 | 0.16 | 1.99 | 1.54 | 11-15 Ago. | 21.86 |
| | 0.50 | 3.65 | 0.06 | 0.67 | 1.37 | 18-22 Ago. | |
| | 0.57 | 0.57 | 0.04 | | 0.80 | 25-29 Ago. | |
| | 0.45 | 3.93 | 0.10 | 0.15 | 1.17 | 01-05 Sep. | |
| Socioeconómicas | 0.91 | 1.05 | 0.18 | 0.77 | 0.69 | 11-15 Ago. | 7.58d |
| | 0.38 | ND | 0.02 | ND | 0.84 | 18-22 Ago. | |
| | 0.87 | 0.16 | ND | ND | 0.4 | 25-29 Ago. | |
| | 0.26 | 0.13 | 0.09 | 0.14 | 0.7 | 01-05 Sep. | |
| Parasitología | 1.07 | 0.24 | 0.02 | 0.7 | 1.86 | 11-15 Ago. | 12.26 |
| | 0.06 | 0.04 | ND | 0.14 | 0.5 | 11-15 Ago. | |
| | 0.29 | 0.52 | 0.02 | 0.55 | 1.96 | 18-22 Ago. | |
| | 0.21 | 0.5 | 0.12 | 1.58 | 1.88 | 25-29 Ago. | |
| Totales | 6.65b | 953.84a | 84.55 | 6.69 | 138.71 | | 1190.44 |

a) Residuo de mayor generación; b) Residuo de menor generación; c) Área de mayor generación; d) Área de menor generación; e) ND: No detectado.

Cuadro 3. Residuos recolectados por tratamiento.

| Tratamiento (combinación) | Cantidad media de residuo (kg) | |
|------------------------------|--------------------------------|----|
| Comedor-cartón | 235.00 | A* |
| Comedor-plástico | 31.25 | B |
| Comedor-aluminio | 20.94 | B |
| Recursos naturales-cartón | 2.80 | B |
| Parasitología-plástico | 1.55 | B |
| Recursos naturales-plástico | 1.22 | B |
| Parasitología-vidrio | 0.74 | B |
| Recursos naturales-vidrio | 0.70 | B |
| Socioeconómicas-plástico | 0.66 | B |
| Recursos naturales-papel | 0.65 | B |
| Socioeconómicas-papel | 0.61 | B |
| Parasitología-papel | 0.41 | B |
| Socioeconómicas-cartón | 0.34 | B |
| Parasitología-cartón | 0.33 | B |
| Socioeconómicas-vidrio | 0.23 | B |
| Recursos naturales- aluminio | 0.09 | B |
| Socioeconómicas-aluminio | 0.07 | B |
| Parasitología-aluminio | 0.04 | B |
| Comedor-papel | 0.00 | B |
| Comedor-vidrio | 0.00 | B |

tres kilogramos, y en la mayoría de los casos menor a uno.

Al analizar por tipo de residuo, únicamente el cartón fue estadísticamente diferente a todos los demás residuos. Este dato coincide proporcionalmente con el trabajo realizado por Buenrostro *et al.* (1999), en el que mayormente se presentó el cartón, en comparación del resto de los residuos sólidos estudiados en su trabajo. Ojeda *et al.* (1998) realizaron un análisis del comportamiento de residuos donde el cartón se presentó mayormente con 19% en comparación con el resto de los residuos sólidos. Rosales *et al.* (2013) realizaron un trabajo similar en el Instituto Tecnológico de Tepic, donde el cartón fue el residuo

sólido inorgánico con mayor porcentaje, al presentar 24.45 y 24.84% para las dos zonas muestreadas. Estos datos concuerdan con lo encontrado en diferentes investigaciones, respecto a que la composición de los residuos sólidos urbanos inorgánicos en México no es homogénea, sino que responde a la distribución de hábitos de consumo y poder adquisitivo de la población (Ojeda *et al.*, 2000; Taboada *et al.*, 2011).

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis estadístico, se considera que el comedor, área de mayor diferencia en cuanto a residuos obtenidos, debe contar con un contenedor adecuado para la separación de los residuos sólidos urbanos inorgánicos y de mayor capacidad en comparación con las demás áreas.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados, existe diferencia importante respecto a la cantidad que se genera por tipo de residuo sólido urbano inorgánico en el campus universitario. El campus de la Universidad no cuenta con los contenedores suficientes para la separación adecuada de los residuos sólidos urbanos inorgánicos, y con los que cuenta, la mayoría del área de Mantenimiento de la Universidad, son de menor volumen y se encuentran en mal estado; los de mayor volumen se encuentran en buen estado y pertenecen a la empresa Red Ambiental. La tolva que mayor cantidad de residuos recibe se encuentra en buenas condiciones, y también pertenece a la empresa Red Ambiental. El departamento que más genera residuos sólidos urbanos inorgánicos es el comedor, y el que menos es Socioeconómicas.

El residuo sólido urbano inorgánico que más se genera es el cartón, y el que menos, es el papel. Dentro del campus universitario de la UAAAN se requiere implementar una estrategia de clasificación de residuos inorgánicos e orgánicos, esto a través del establecimiento de contenedores de colores que clasifiquen el papel y cartón (contenedor azul), vidrio (contenedor blanco), plásticos (contenedor amarillo), aluminio y metales (contenedor gris) y uno específico para orgánicos (contenedor verde). De esta forma se educaría a los jóvenes de la Universidad a clasificar la basura al momento de deshacerse de ella, lo cual permitiría cuantificarla de mejor forma y, de esta manera, dar un manejo sencillo a los residuos, y hasta ofrecerlos en venta para reciclaje a la empresa recolectora, y el dinero que se recabe podrían reuti-

lizarse para las salidas al campo de los mismos estudiantes.

Se recomienda poner los contenedores dentro de cada departamento e incentivar la participación de las diferentes carreras para, al final de cada semestre, premiarlos con un reconocimiento por su buen manejo de residuos y su compromiso con una universidad verde. Respecto a los residuos orgánicos, se podrían destinar a proyectos de composta en el campus para generar sustratos orgánicos, los cuales se utilizarían en la producción de planta en los invernaderos, lo cual reduciría considerablemente costos en este rubro, al tratarse de una universidad agrícola que semestre con semestre demanda bastante suelo para los experimentos y producción de plantas.

Se propone, además, aumentar la capacidad de los contenedores en las áreas de mayor generación de residuos, específicamente en el comedor, internado y biblioteca. Los residuos sólidos urbanos inorgánicos representan un riesgo para la salud de la comunidad universitaria y para el ambiente por la falta de manejo, por lo que es de carácter urgente mejorar los procesos de recolección, traslado y disposición, así como la implementación de políticas acerca del manejo de los residuos sólidos urbanos inorgánicos; además, es de suma importancia realizar campañas de educación ambiental lo mismo para alumnos que para trabajadores y profesores, e involucrar a los propios alumnos en proyectos de servicio social estudiantil enfocados a este propósito; adicionalmente se recomienda realizar un convenio con la empresa Red Ambiental u otras, para la ejecución de un plan de manejo a corto plazo para convertir a la uaaan en una universidad verde.

LITERATURA CITADA

- BUENROSTRO, O., Bernache G., Cram, S. y Bocco, G. 1999. Análisis de la generación de residuos sólidos en los mercados municipales de Morelia, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 15(1): 27-32.
- BUTT, N. 2007. The impact of cruise ship generated waste on home ports and ports of call: A study of Southampton, 31: 591-598.
- GODOY, E. 2012. The waste mountain engulfing Mexico City. *The Guardian*.
- KJELSDEN, P., Barlaz, M., Rooker, A., Baun, A., Ledin, A. y Christensen, T. 2002. Present and Long-Term composition of MWW landfill leachate: a review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 32(4): 297-336.
- LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS. 2013. Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263>.
- MAZZEO, N. 2012. Manual para la sensibilidad comunitaria y educación ambiental: gestión integral de residuos sólidos urbanos. San Martín. Argentina.
- NORMA MEXICANA NMX-AA-091-1987 Calidad del Suelo-Terminología, 987.
- OJEDA, S., Armijo, C. y Ramírez, M. 2000. The potency for recycling house hold waste: a case study from Mexicali, México. *Environment and Urbanization*. 12(2): 163-173.
- OJEDA, S., Muñoz, R. y González, F. 1998. Análisis estadístico del comportamiento de los residuos sólidos domiciliarios en una comunidad urbana. *Frontera Norte*. 10(19): 65-76.
- 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. *Biociencias*, 2(3): 216-223.
- SARHAN, A. 2006. Iraq: garbage accumulation causes health problems.
- SEOÁNEZ, M., 2000b., Tratado de reciclado y recuperación de productos de los residuos. Grupo Mundi-Prensa.
- SHIRKE, A. 2009., Municipal Solid Waste Management.
- SUBDIRECCIÓN DE PROCESOS ESCOLARIZADOS DE LA DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN AMBIENTAL. [en línea]: 2013. ¿Basura o residuo?
- TABOADA, P., Aguilar, Q. y Ojeda, S. 2011. Análisis estadístico de residuos sólidos domésticos en un municipio fronterizo de México. *Avances en Ciencia e Ingeniería*. 2(1): 9-20.
- UNESCO. 1997. Conferencia Intergubernamental sobre Educación Ambiental. París.
- VIVANCO, M. 2005. Muestreo estadístico. Diseño y aplicaciones. Primera edición. Santiago de Chile.
- ZAHARIA, C., Surpateanu, M. y Macoveanu, M. 2005. Evaluation of Environmental Impact Generated by Waste Deposition in a Romanian Urban Landfill. *Boletín Científico Politehnica*. 50(64): 68-75.
- ZERKEL, E. 2013. Trash Cities: The World's Worst Garbage Problems.