

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Cuantificación de Residuos Sólidos Urbanos Inorgánicos en la Universidad  
Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Saltillo

Por:

**DORIAN ORTIZ LÓPEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA**

Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2015.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Cuantificación de Residuos Sólidos Urbanos Inorgánicos en la Universidad  
Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Saltillo

Por:

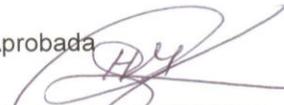
**DORIAN ORTIZ LÓPEZ**

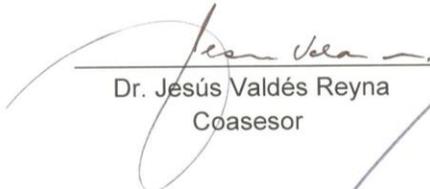
TESIS

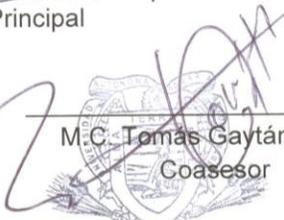
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

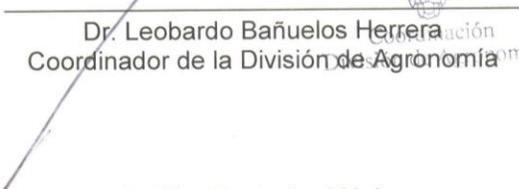
**INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA**

Aprobada

  
M.C. Héctor Darío González López  
Asesor Principal

  
Dr. Jesús Valdés Reyna  
Coasesor

  
M.C. Tomás Gaytán Muñiz  
Coasesor

  
Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México  
Junio de 2015.

## DEDICATORIA

A mis padres: Cesar Ortiz Rodríguez y Carmela López Vargas; por apoyar esta etapa de mi vida, por apoyar mis metas, mis sueños y mis locuras, por nunca abandonarme y por darme la fuerza para terminar este ciclo. Gracias por todo el amor del que me han llenado, los AMO.

A mi hermano Azarael Ortiz López por ser más que eso, por ser mi amigo, mi cómplice, mi motorcito para darme fuerzas a seguir en cada paso que doy, te amo Azita.

A mis ti@s y prim@s, que han sido parte de todo esto, por darme fuerza y sus consejos para nunca rendirme.

Al pueblo mexicano que pone esperanza en tener profesionista de bien para el país.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), por darme los elementos para formarme como profesionista.

Al M.C. Héctor Darío González López por darme todo su apoyo en la realización de mi proyecto de titulación, por ser la persona que quiso arriesgar a realizar este trabajo, por sus consejos y su amistad.

Al Dr. Jesús Valdés Reyna por ser parte de mi trabajo de titulación, por darme sus consejos y su apoyo para realizar el trabajo.

Al M.C. Tomás Gaytán Muñiz por su apoyo para la realización de mi tesis.

Al Dr. Sergio Girón Pablo por su grandísima ayuda para la realización de mi proyecto de titulación, por sus consejos y su valiosa amistad.

A mis amigos, compañeros y cada una de las personas que colaboraron para que este trabajo llegara a culminarse.

A cada uno de los maestros que fueron formando cada una de las etapas de mi vida para poder llegar hasta donde estoy.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|  |           |
|--|-----------|
| ÍNDICE DE CUADROS .....  | ii        |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....  | iii       |
| RESUMEN .....  | iv        |
| ABSTRACT .....   | vi        |
| <b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....   | <b>1</b>  |
| <b>1.1. Justificación</b> .....  | <b>2</b>  |
| <b>1.2. Objetivo general:</b> .....  | <b>2</b>  |
| <b>1.3. Objetivos específicos:</b> .....   | <b>2</b>  |
| <b>1.4. Hipótesis</b> .....  | <b>3</b>  |
| <b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....  | <b>4</b>  |
| <b>2.1. Residuos sólidos</b> .....   | <b>4</b>  |
| <b>2.2. Impactos generados por los residuos sólidos urbanos inorgánicos</b> .....  | <b>7</b>  |
| <b>2.3. Tiempos de degradación de residuos</b> .....                               | <b>7</b>  |
| <b>2.4. Marco jurídico</b> .....   | <b>8</b>  |
| <b>2.5. Responsabilidad social y ambiental de la Universidad</b> .....             | <b>10</b> |
| <b>2.6. Educación ambiental</b> .....  | <b>10</b> |
| <b>2.7. Trabajos afines</b> .....  | <b>15</b> |
| <b>2.8. Análisis estadístico</b> .....   | <b>16</b> |
| <b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....   | <b>17</b> |
| <b>3.1. Descripción del área de estudio</b> .....                                  | <b>17</b> |
| <b>3.2. Ubicación de los contenedores de residuos sólidos no peligrosos.</b> ..... | <b>18</b> |
| <b>3.3. Diseño experimental y obtención de los datos</b> .....                     | <b>18</b> |
| <b>3.4. Procesamiento de datos</b> .....   | <b>22</b> |
| <b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....  | <b>23</b> |
| <b>4.1. Contenedores</b> .....   | <b>23</b> |
| <b>4.2. Generación de Residuos Sólidos Urbanos Inorgánicos</b> .....               | <b>23</b> |
| <b>V. CONCLUSIONES</b> .....   | <b>31</b> |
| <b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....   | <b>32</b> |
| <b>VII. GLOSARIO</b> .....   | <b>33</b> |
| <b>VIII. LITERATURA CITADA</b> .....   | <b>35</b> |
| <b>APÉNDICE</b> .....  | <b>46</b> |

## ÍNDICE DE CUADROS

|   | Página |
|---|--------|
| Cuadro 1. Clasificación de polímeros.....   | 6      |
| Cuadro 2. Documentos que integran el marco jurídico en materia de residuos sólidos.....   | 9      |
| Cuadro 3.Simbología de separación de residuos.....  | 12     |
| Cuadro 4.Contenedores dentro del campus universitario. ....   | 23     |
| Cuadro 5.Residuos obtenidos por área.....   | 24     |
| Cuadro 6. Análisis de varianza de las cantidades de residuos sólidos urbanos inorgánicos obtenidos por tratamiento (Área-Residuo), por Área y por Tipo de Residuo, en la UAAAN..... | 25     |
| Cuadro 7. Residuos recolectados por tratamiento (Área-Residuo) en la UAAAN.   | 26     |
| Cuadro 8. Residuos recolectados por área muestreada en la UAAAN. ....   | 27     |
| Cuadro 9. Cantidad media de residuos totales recolectados considerando todas las áreas muestreadas en la UAAAN.....   | 27     |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  | Página |
|--|--------|
| Figura 1. Localización del área de estudio. ....   | 18     |
| Figura 2. Separación y cuantificación de los residuos sólidos urbanos inorgánicos.<br>.....                            | 20     |
| Figura 3. Pesado de residuos sólidos urbanos inorgánicos. ....   | 21     |
| Figura 4. Cantidad media de residuos recolectados, considerando Área<br>muestreada- Tipo de residuo, en la UAAAN. .... | 28     |
| Figura 5. Cantidad media de todos los tipos de residuos recolectados por área.   | 29     |
| Figura 6. Cantidad media de residuos incluyendo todas las áreas. ....  | 30     |

## RESUMEN

En la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad 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 este tipo de residuos, los costos de recolección y de manejo; el presente trabajo se realizó con el objetivo de cuantificar los residuos sólidos urbanos inorgánicos generados. Dentro de las actividades se realizó una visita al área de mantenimiento para recabar información sobre calidad, cantidad y ubicación de los contenedores, posteriormente se realizaron recorridos por el campus para ubicarlos. Seguido a esto se ubicaron los departamentos donde se llevaría a cabo el muestreo, realizando un diseño de muestreo aleatorio con la finalidad de asignar igual probabilidad a cada área. Las áreas seleccionadas fueron Recursos Naturales, Socioeconómicas, Parasitología y Comedor. Se solicitó apoyo al personal de intendencia, indicándoles el procedimiento de separación de los residuos, proporcionándoles 5 bolsas de 90 cm x 120 cm, una para cada tipo de residuo sólido urbano inorgánico. El pesado se realizó durante un mes; del 18 de agosto al 05 de septiembre de 2014 con una báscula Torey L-EQ 5/10. Se determinó que existe diferencia en la cantidad generada por tipo de residuos sólidos urbanos inorgánicos en el campus universitario y que no se cuenta con los contenedores necesarios para su separación.

Correo Electrónico; Darían Ortiz López, [dorianolp@gmail.com](mailto:dorianolp@gmail.com)

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

## **ABSTRACT**

In the Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, campus Saltillo big amounts of 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 maintenance area was conducted to gather information 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 per 120 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 18 to 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.

## I. INTRODUCCIÓN

La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), unidad Saltillo, cuenta con una superficie de 3,000 hectáreas, alberga 2312 alumnos y 1400 trabajadores; los cuales se distribuyen en la infraestructura que comprende: internados, comedor, biblioteca, aulas y diferentes departamentos.

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

Los residuos sólidos urbanos inorgánicos son materiales de los cuales su descomposición es muy lenta debido a su composición química, tales como el plástico, el vidrio, el papel y los metales (UNESCO, 1997), se clasifican de esta forma para facilitar su separación primaria y secundaria (Ley General para la Prevención de Gestión Integral de los Residuos, 2013).

La disposición de residuos sólidos urbanos inorgánicos sin ningún tipo de control genera impactos negativos sobre la salud y el medio ambiente (Godoy, 2012). De los que se destacan; contaminación de suelo y 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) y contaminación visual (Mazzeo, 2012).

Considerando la problemática ambiental que generan los residuos sólidos urbanos inorgánicos y los costos de recolección de 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 la disposición no adecuada.

### **1.1. Justificación**

Dentro de la Universidad no existe una cuantificación y separación de residuos sólidos urbanos inorgánicos, que como consecuencias genera contaminación visual y costos por recolección y manejo de éstos, que actualmente está a cargo de la empresa RED AMBIENTAL.

La presente investigación permitirá la cuantificación y separación de los residuos sólidos urbanos inorgánicos para disminuir costos y daños al ambiente; mejorar la conciencia ambiental del personal académico, administrativo y alumnos, así como visitantes en general.

### **1.2. Objetivo general:**

Cuantificar los residuos sólidos urbanos inorgánicos generados dentro de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, campus Saltillo, Coahuila.

### **1.3. Objetivos específicos:**

1. Identificar y ubicar los tipos de contenedores por áreas, edificios y departamentos, dentro del campus universitario.
2. Clasificar los diferentes tipos de residuos sólidos urbanos inorgánicos en el campus de la UAAAN.
3. Cuantificar el peso en kilogramos de los residuos sólidos urbanos inorgánicos.

## **1.4. Hipótesis**

### **Hipótesis alternativa:**

Existe diferencia en la cantidad generada por tipo de residuos sólidos urbanos inorgánicos en el campus universitario.

### **Hipótesis nula:**

No existe diferencia en la cantidad generada por tipo de residuos sólidos urbanos inorgánicos en el campus universitario.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Residuos sólidos

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). En cambio el término basura, engloba a aquellos desechos que no pueden reusarse de ninguna forma luego de que cumplieron con su función y deben ser destinados a disposición final (Mazzeo, 2012). Los residuos se generan en casi todas las actividades humanas (Seoáñez, 2000a).

Los residuos sólidos urbanos inorgánicos son materiales de los cuales su descomposición es muy lenta debido a su composición química, tales como el plástico, el vidrio, el papel y los metales (UNESCO, 1997), se clasifican de esta forma para facilitar su separación primaria y secundaria (Ley General para la Prevención de Gestión Integral de los Residuos, 2013).

En México, la Ley General para la Prevención de Gestión Integral de los Residuos (2013) presenta la siguiente clasificación:

Los residuos sólidos urbanos son un tipo de residuos provenientes de los hogares, comercios, construcciones y demoliciones, y calles por un municipio (Shirke, 2009).

Los residuos especiales son residuos industriales no peligrosos que requieren de un manejo especial para su eliminación (Missouri Department of Natural Resources, 2007), como artículos domésticos e industriales voluminosos, como

muebles, lámparas, también electrodomésticos de consumo, productos de línea blanca (Colomer y Gallardo, 2007).

Los residuos sólidos peligrosos son aquellos residuos que causan un efecto adverso sobre la salud humana y del medio ambiente, por ser inflamables, reactivos, corrosivos y radiactivos (Sakurai, 1984).

Dentro de los residuos sólidos urbanos existen diferentes grados de separación, (Herrera, 2004) sin embargo para los residuos sólidos urbanos inorgánicos podemos encontrar la siguiente subclasificación (Enkerlin *et al.*, 1997):

Papel y cartón, que en México ocupan el quinto lugar a nivel internacional por índice de reciclaje de papel y cartón (Cámara del papel, 2012). El reciclamiento de una tonelada de papel representa la conservación de 2.5 m<sup>3</sup> de espacio en un relleno sanitario; la reducción de la contaminación de aire en 27 kilogramos (Enrikelin *et al.*, 1997).

Plásticos, los cuales se fabrican a partir de polímeros, cada uno con propiedades físicas que se utilizan en todo el mundo para muchas aplicaciones de embalaje (Lokensgard, 2004). Sin embargo el Polietileno tereftalato (PET) y el Polietileno alta densidad (HDPE) son las resinas usadas en la mayoría de productos de plástico reciclado (Instituto Mexicano del Plástico Industrial S.C. 2014).

Cuadro 1. Clasificación de polímeros

| <b>Tipo de polímero</b>      | <b>Clave de polímero</b> | <b>Código de reciclado</b> | <b>Artículos fabricados</b>                      |
|------------------------------|--------------------------|----------------------------|--|
| Polietileno tereftalato      | PET                      | 1                          | Envases de refrescos.                            |
| Polietileno alta densidad    | HDPE                     | 2                          | Envases de leche, jugo, detergente, etc.         |
| Cloruro de polivinilo        | PVC                      | 3                          | Envases de aceite comestible.                    |
| Polietileno de baja densidad | LDPE                     | 4                          | Bolsas de plástico.                              |
| Polipropileno                | PP                       | 5                          | Envases para comida, envases de salsa de tomate. |
| Poliestireno                 | PS                       | 6                          | Envases de productos farmacéuticos.              |

Fuente: Enrikelin *et al.*, (1997).

Vidrio, que constituye aproximadamente el 8 por ciento de residuo sólido domestico generado. Es 100 por ciento reciclable, y solo necesita 25 por ciento de la energía necesaria para hacer vidrio nuevo (Otero, 2001).

Aluminio, el cual puede fundirse y reciclarse en nuevos productos numerosas veces, con pérdidas mínimas (Green, 2007). Su reciclaje se debe mayormente a que disminuye los altos costos de la producción primaria de aluminio virgen (Carlsen, 1980).

## **2.2. Impactos generados por los residuos sólidos urbanos inorgánicos**

La disposición de residuos sin ningún tipo de control genera impactos negativos sobre la salud y el medio ambiente (Godoy, 2012), además de contribuir al cambio climático (de la Oliva y Malonda, 2012). Algunos de ellos son:

- Contaminación de suelo y acuíferos por percolación de lixiviados (Kjeldsen *et al.*, 2002.), debido principalmente a la descomposición microbiana y condiciones climáticas (Mutasem *et al.*, 1997).
- Contaminación de las aguas superficiales por escorrentía y subsuperficial (Butt, 2007).
- Emisión de gases de efecto invernadero, producto de la descomposición y de la combustión incontrolada de los materiales vertidos, emisión de otros gases y material particulado a la atmosfera (Zaharia *et al.*, 2005).
- Ocupación no controlada del territorio, generando cambios e impactos negativos sobre el paisaje y los espacios naturales (Zerkel, 2013).
- Proliferación de plagas y vectores de enfermedades (Sarhan, 2006).
- Generación de malos olores (Pypum/PBA Joint Venture, 1999).
- Contaminación visual (Mazzeo, 2012).
- El abuso del consumismo provoca una explotación excesiva e irracional de los recursos naturales y energía (Colomer y Gallardo, 2007).

## **2.3. Tiempos de degradación de residuos**

La degradación de los residuos depende de las condiciones del clima a las que se expone y del tipo de material del que este elaborado. Dentro de los residuos sólidos urbanos inorgánicos existen diversos tiempos de degradación:

- Los desechos orgánicos tardan en degradarse de 3 a 4 semanas (Consejo Nacional del Ambiente, 2005).

- El papel tarda un año aproximadamente para integrar sus componentes al suelo. Si queda tirado sobre la tierra y le toca un invierno lluvioso no tarda en degradarse. Sin embargo, lo ideal es reciclarlo para evitar la tala de árboles de donde se obtiene la materia prima para su fabricación (Seoáñez, 2000a).
- Las latas de aluminio tardan 10 años en degradarse (Consejo Nacional del Ambiente, 2005).
- Las bolsas de plástico tardan en degradarse de 100 a 150 años (Otero, 2001).
- Las botellas de plástico tardan 100 a 1000 años en degradarse (Consejo Nacional del Ambiente, 2005), ya que están hechas de tereftalato de polietileno, que es difícil de degradarse y romperse (The Green Space, 2010).
- Las botellas de vidrio aunque parecen elementos frágiles que con una caída pueden quebrarse tardaran 4,000 años en terminar su descomposición. Para los componentes naturales del suelo es una tarea transformarla. El vidrio formado por arena, carbonato de sodio y de calcio, es reciclable en un 100% (Consejo Nacional del Ambiente, 2005).

#### **2.4. Marco jurídico**

La política ambiental establece criterios que deben ser incorporados en los sistemas de manejo de residuos. Se han orientado a incentivar la reducción en las fuentes; siguiendo con un aprovechamiento y transformación de los subproductos para reincorporarlos en los procesos de producción; posteriormente se establece la disminución de emisiones y finalmente su disposición final bajo manejo controlado (Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, 2012). A continuación se enlistan los documentos más relevantes que integran el marco jurídico en materia de residuos sólidos:

Cuadro 2. Documentos que integran el marco jurídico en materia de residuos sólidos.

| <b>Leyes y Reglamentos Federales</b>   |                      |
|--|----------------------|
| Título del documento   | Última actualización |
| Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos.   | 07/07/2014           |
| Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al medio ambiente.  | 09/01/2015           |
| Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.   | 05/12/2014           |
| Ley General de Salud.  |                      |
| <b>Normas Oficiales Mexicanas</b>  |                      |
| Norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.  | 23/06/2006           |
| Norma oficial mexicana NOM-055-SEMARNAT-2003, que establece los requisitos que deben reunir los sitios que se destinarán para un confinamiento controlado de residuos peligrosos previamente esterilizados.  | 31/03/2005           |
| Norma oficial mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial | 20/10/2004           |
| Norma oficial mexicana NOM-087-SEMARNAT-2002, protección ambiental-salud ambiental-clasificación y especificaciones de manejo.   | 31/03/2005           |
| <b>Normas Técnicas Mexicanas</b>   |                      |
| Norma mexicana NMX-AA-022-1985 protección al medio ambiente-contaminación del suelo- residuos sólidos municipales- selección y cuantificación de subproductos.   | 10/02/2012           |
| Norma oficial mexicana NMX-AA-021-1984 protección al ambiente-contaminación del suelo- residuos sólidos municipales- determinación de materia orgánica.  | 27/08/2007           |
| <b>Leyes estatales</b>   |                      |
| Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección del ambiente del estado de Coahuila de Zaragoza.  | 20/03/2001           |

Fuente: Secretaria de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (2012).

## **2.5. Responsabilidad social y ambiental de la Universidad**

Los centros educativos deben constituirse en los principales promotores de un ambiente sano, integrando en su trabajo docente la participación en la solución de los problemas ambientales, promoviendo entre sus alumnos el aprendizaje de hábitos amigables con el medio ambiente y la salud (Secretaría de Estado de Educación, 2007).

En las escuelas y demás instituciones y dependencias del Sector Educativo donde se generen residuos, deben ser manejados de acuerdo con la legislación en la materia (Hernández *et al.*, 2005), que para el caso de México esta normada por la Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos. Para esto se requieren actividades promocionales y de concientización al alumnado y al personal institucional (Esquivel *et al.*, 2008), con el fin de tener en cuenta los beneficios ambientales que se obtienen con la aplicación de un buen manejo de los residuos (Marulanda, 2010). Dentro de estos programas se deben incluir actividades como prevención de residuos, reducción/eliminación, reutilización, donación, recolección de reciclaje, compostaje, compra de productos con contenido en reciclados (The U.S Environmental Protection Agency, 2007)

## **2.6. Educación ambiental**

La educación ambiental es un proceso de aprendizaje con el propósito de facilitar la comprensión de las realidades del ambiente (Calderón *et al.*, 2011), a la vez que un instrumento de transformación social y empoderamiento de los débiles (Novo, 2009); según la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (2012) es un medio para valorar la vida a través de la prevención del deterioro ambiental, preservación, restauración y aprovechamiento sostenible de los ecosistemas y con ello evitar los desequilibrios ecológicos y daños ambientales. Por lo tanto, debe preparar al individuo mediante comprensión de problemas,

proporcionando conocimientos técnicos y cualidades para mejorar la vida y proteger el medio ambiente, dando atención a los valores éticos (UNESCO, 1977).

La educación ambiental para el manejo de los residuos sólidos urbanos inorgánicos, implica la realización de procesos y experiencias de aprendizaje que induzcan el cambio de conductas y actitudes en la sociedad hacia el manejo de los residuos, para disponer finalmente la menor cantidad de estos (Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, 2012).

Dentro de un programa de educación ambiental para el manejo de residuos se consideran la comunicación educativa, la capacitación de promotores para difundir información y la difusión de las leyes e información (Robles *et al.*, 2010).

Debemos también, dentro de un programa de educación ambiental considerar la política de las tres erres (Acurio *et al.*, 1997) para el manejo de residuos sólidos urbanos inorgánicos, la cual es una regla para cuidar el medio ambiente, específicamente para reducir el volumen de residuos o basura generada (Natural Resources Defense Council, 2008). Las tres erres son:

- Reducir: Es la más importante ya que tiene el efecto más directo y amplio en la reducción de los daños al medio ambiente, y consiste en dos partes; comprar menos y utilizar menos (Guerrero, 2014). Que además de disminuir la cantidad de residuos generados, se requiere incrementar la recuperación, reusó y reciclaje (Acurio *et al.*, 1997).
- Reutilizar: Es el empleo de un material o residuo previamente usado, sin que medie un proceso de transformación (Ley general para la Prevención de Gestión Integral de los Residuos, 2013).
- Reciclar: Es una serie de actividades que incluye la recolección de residuos utilizados (Bautista, 1998) para ser transformados en nuevos materiales

que pueden ser utilizados o vendidos como nuevos productos o materias primas (Álvarez, 2010).

Dentro de las medidas de reciclaje se cuenta con códigos de colores y algunos símbolos (Cuadro 3) para almacenamiento y separación de residuos sólidos urbanos inorgánicos:

- Color amarillo. Para metales: lasta de conservas, café, leche. Gaseosa, cerveza, latas de metal, envases de alimentos y bebidas, etc. (Saseendran, 2011).
- Color verde. Para vidrio: botellas de bebidas, gaseosas, licor, cerveza, vasos, envases de alimentos, perfumes, etc. (Norma Técnica Peruana, 2005).
- Color azul: Para papel y cartón: periódicos, revistas, folletos, catálogos, impresiones, fotocopias, papel, sobres, cajas de cartón, guías telefónicas, etc. (Premachandra, 2006).
- Color blanco. Para plástico: envases de yogurt, leche, alimentos, vasos, platos, cubiertos desechables, botellas de bebidas gaseosa, aceite comestible, detergente, shampoo, empaques o bolsas, etc. (Norma Técnica Peruana, 2005).

Cuadro 3. Simbología de separación de residuos.

| Símbolo   | Significado   |
|---|---|
|  | <p>Un envase con el Punto Verde significa que al convertirse en residuo este se reciclará y valorizará, normalmente mediante el Sistema Integrado de Residuos de Envases.</p> |
|  | <p>El símbolo "Tidyman", pretende orientar al consumidor que se responsabilice de deshacerse del producto en un lugar adecuado.</p>   |



Mobios Loop: representa que el producto es reciclable, o que contiene material reciclado.



El Mobious Loop con un porcentaje en el centro indica que tanto porcentaje del producto es de material reciclado. Este símbolo se puede encontrar en empaques y cajas de cartón.



PET o PETE (Polietileno tereftalato). Es el plástico típico de envases de alimentos y bebidas, gracias a que es ligero, no es caro y es reciclable.



HDPE (Polietileno de alta densidad). Por su versatilidad y resistencia química se utiliza en envases, en productos de limpieza de hogar o químicos industriales.



V o PVC (Vinílicos o Cloruro de Polivinilo). Es muy resistentes, por lo que se usa en botellas y mangueras, equipamientos médicos, ventanas, tubos de drenaje, materiales para construcción, forro para cables, etc.



LDPE (Polietileno de baja densidad). Este plástico fuerte, flexible y transparente se puede encontrar en algunas botellas y bolsas muy diversas, algunos muebles alfombras, entre otros. Tras su reciclado, se puede utilizar de nuevo en contenedores y papeleras, sobres, paneles, tuberías o baldosas.



PP (Polipropileno). Su alto punto de fusión permite envases capaces de contener líquidos y alimentos calientes. Se utiliza en la fabricación de envases médicos, yogures, botes de ketchup, tapas, etc. Al reciclarse se pueden obtener señales luminosas, cables de batería, escobas, cepillos, raspadores de hielo, etc.



PS (Poliestireno). Utilizado en platos y vasos desechables, hueveras, bandejas de carne, envases de aspirina, cajas de CD, etc.



Otros. En este cajón de sastre se incluyen una gran diversidad de plásticos muy difíciles de reciclar. Con estos materiales se elaboran algunas clases de botellas de agua, materiales a prueba de balas, DVD, gafas de sol, MP3 y Pc, ciertos envases de alimentos, etc.



Vidrio. Las botellas de vidrio pueden llevar también un símbolo que recalca al consumidor la importancia de utilizar los contenedores verdes.



Papel y cartón.



Cartón.



Aluminio reciclable.



Acero reciclable.



Electrónica. El contenedor de basura tachado representa la recogida selectiva de pilas, acumuladores y baterías que están compuestas de importantes recursos y químicos, incluyendo plomo, cadmio, zinc, litio y mercurio y por lo que debe deshacerse de ellos por separado de otros residuos.

---

Fuente: De la Oliva y Malonda (2012) y Montes *et al.* (2011).

## **2.7. Trabajos afines**

Dentro del contexto nacional la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en su Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2009-2012, menciona las experiencias que el gobierno y el sector privado han tenido en torno al manejo de los residuos y que ha sido abordado de diversas maneras, con resultados igualmente diversos, estas experiencias han permitido identificar con mayor claridad las estrategias, acciones y metas que permitan conformar una política ambiental clara en la materia. La experiencia nacional se centra en ocho proyectos:

- Cruzada por un México Limpio.
- Red Mexicana de Manejo Ambiental de residuos (REMEXMAR).
- Compromiso Empresarial para el Manejo Integral de Residuos Sólidos (Sustenta).
- Confederación Patronal de la República mexicana (COPARMEX).
- Red Nacional de Promotores de Prevención de la Contaminación (GIRE SOL).
- Fondo de Proyectos de Prevención de la Contaminación.
- Centro Mexicano para la Producción más limpia (CMP+L).
- Consejo Nacional de Industriales Ecologistas de México, A.C. (CONEICO).

En el contexto Internacional dentro del Programa Nacional para la Prevención y gestión Integral de los residuos 2009-2012 se enlistan algunos de los temas asociados con el medio ambiente y los recursos naturales, que ocupan un papel más relevante en el ámbito internacional, teniendo como eje fundador la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo en 1992. México ha firmado más de 500 acuerdos ambientales multilaterales. Los convenios en los que México ha realizado acciones concretas en atención a los compromisos asumidos en materia de residuos son: Convenio de Basilea sobre el control de Movimientos Transfronterizos de Residuos Peligrosos, Convenio sobre Cooperación para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en la Zona

Fronteriza (1998), Frontera XXI, Frontera y la Cooperación Técnica Binacional con los gobiernos de Japón y Alemania.

## **2.8. Análisis estadístico**

Un análisis estadístico se realiza con los datos generados con el propósito de probar que exista diferencia significativa en el valor obtenido de las medias de cada variable para cada tratamiento, los análisis de varianza permiten probar la significancia de las diferencias entre las medias muestreadas (Ojeda *et al.*, 1998). El análisis de varianza (ANOVA) es una colección de modelos estadísticos y sus procedimientos asociados (Spiegel *et al.*, 2007), en donde se divide la variación total de las mediciones de respuestas en partes que pueden ser atribuidas a varios factores de interés para el experimentador (Mendenhall *et al.*, 2010; Cochran y Cox, 1990). La significancia estadística ayuda a tener evidencias estadísticas de que hay una diferencia; significa o no (Hubbard y Bayarri, 2003; Mendenhall *et al.*, 2010). Para poder determinar los grupos que son diferentes se realiza la comparación de medias (prueba de Tukey) de las combinaciones, con la cual se evalúan las hipótesis (Spiegel y Stephens, 2009).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Descripción del área de estudio

La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, unidad Saltillo se encuentra situada en la ex-hacienda de Buenavista, Municipio de Saltillo, a 7 km, al sur de Saltillo capital, sobre 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 1742 msnm (Figura 1).

Su clima se clasifica como muy seco, BW hw (x') €; semicálido, con invierno fresco, extremo, con lluvias en verano, y una precipitación invernal superior al 10% del total anual. La precipitación total anual media es de 350-400 mm; régimen de lluvias: La temporada lluviosa es de junio a octubre. El mes con lluvias más abundantes es julio y marzo es el mes más seco.

Presenta una temperatura media anual de 19.8°C. Las heladas comienzan en noviembre, en este mes y en diciembre no son muy severas, son más intensas en enero.

Cuenta con un suelo de textura migajón y migajón arcilloso, con bajos contenidos de materia orgánica y una capa subyacente de carbonato de calcio.

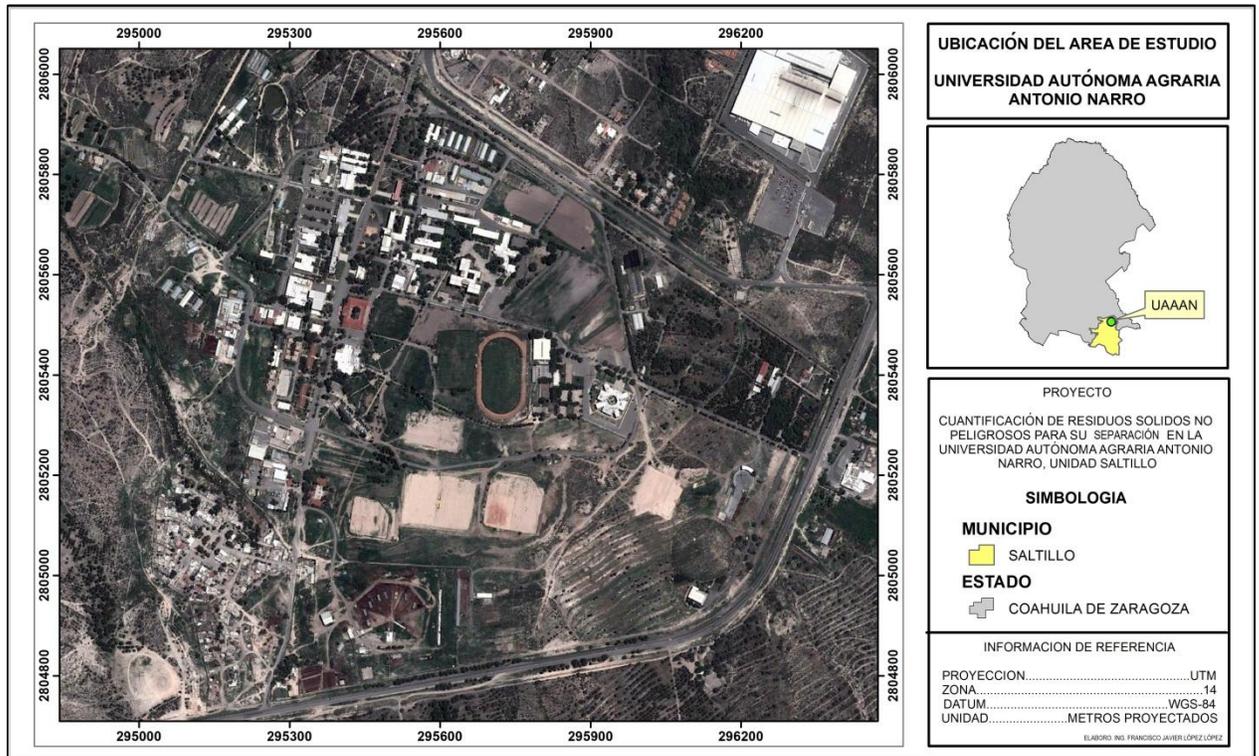


Figura 1. Localización del área de estudio.

### 3.2. 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 realizaron recorridos por el campus universitario para situar geográficamente los contenedores. Finalmente se verificó la cantidad y capacidad de los diferentes tipos de contenedores.

### 3.3. 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; tomando en cuenta la dimensión de la universidad y la cantidad de contenedores con que cuenta, lo que podría complicar la toma de datos y observando que los residuos sólidos urbanos inorgánicos en los contenedores

finales presentarían dificultad de separación, ya que no se lleva 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 contribuyeran a la separación y cuantificación de residuos sólidos urbanos inorgánicos.

Ubicadas las áreas con el apoyo del área de manteniendo y el tipo de residuos que se recolectarían, se sostuvo una reunión con las autoridades correspondientes de la universidad, siendo con la jefa del departamento de personal con quien solicitamos los permisos correspondientes para realizar el trabajo y el apoyo con el personal de intendencia. Obtenida la respuesta favorable se realizó una plática con los jefes de departamento para explicarles la metodología del trabajo, para así ellos presentarnos con el personal de intendencia, se determinaron los horarios y días en que se realizaría la toma de datos en cada área. También se les informó cómo deberían separar los residuos y se les proporcionaron bolsas de plástico transparente de 90 cm x 120 cm, una para cada tipo de residuo. Para el caso del área de Comedor no fue necesario entregar bolsa, ya que se obtienen demasiados desechos, los cuales recoge el área de mantenimiento y los lleva a pesado en basculas especiales; posterior al pesado ellos proporcionaban 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. Tal lo podemos apreciar en la Figura 2 donde se observan de manera ilustrativa estos pasos.



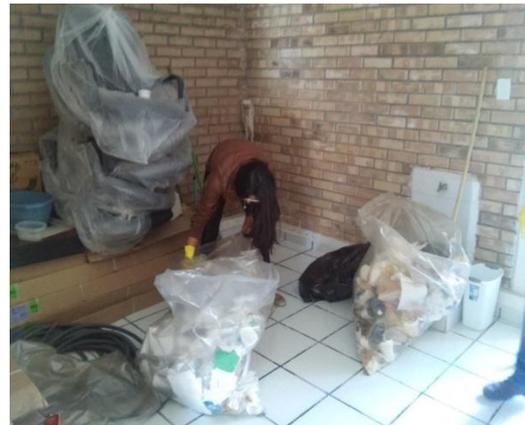
**A**



**B**



**C**



**D**



**E**



**F**

Figura 2. Separación y cuantificación de los residuos sólidos urbanos inorgánicos.

En inciso (A) se observan los residuos obtenidos en una semana en Comedor. El (B y C) los materiales ocupados para la separación de los residuos sólidos urbanos inorgánicos. El inciso (D y e) muestra la separación y pesado realizados en Socioeconómicas y por último el (F) el trabajo realizado en Parasitología.

El pesado de residuos sólidos urbanos inorgánicos se realizó durante un mes para cada una de las áreas, realizando la separación de los residuos de lunes a viernes y siendo este último el día de pasado. Las bolsas con los residuos separados se pesaron en una báscula Torrey, L-EQ 5/10, antes de ser depositados en los contenedores finales. En la Figura 3 podemos observar este proceso de manera ilustrativa.



**A**



**B**



**C**

Figura 3. Pesado de residuos sólidos urbanos inorgánicos.

En el inciso (A) podemos observar la báscula Torrey, L-EQ 5/10, en la cual se llevó a cabo el pesado de los residuos sólidos urbanos inorgánicos. En el (B) el

pesado de los residuos ya clasificados y por último en el (C) la captura manual de los datos.

El estudio se planteó como un experimento factorial 4x5 completamente al azar, siendo los factores área y tipo de residuo; el factor área contó con cuatro niveles: Comedor, Recursos naturales, Socioeconómicas y Parasitología; mientras que los cinco niveles para el factor tipo de residuo fueron: Papel, Cartón, Aluminio, Vidrio y Plástico. El experimento se planteó de esta manera para poder determinar la posible existencia de diferencia estadística entre tratamientos (combinaciones) Área-residuo, así como también entre áreas y el peso obtenido de residuos.

### **3.4. Procesamiento de datos**

La captura de datos se llevó a cabo en una hoja electrónica Excel del programa de Microsoft Office 2010, que contó con los apartados de área, tipo de residuo y cantidad. Dentro de la hoja de cálculo electrónica, se realizó la obtención de cantidades totales por tipo de residuo, cantidades totales por área y cantidad total de todos los residuos generados dentro de la UAAAN.

A los datos resultantes del estudio se les realizó un análisis de varianza en el programa SAS (SAS, 1988). El cual se describe como un sistema computacional de fácil utilización, que realiza análisis estadísticos de datos experimentales (Rebolledo, 2002). Este se realizó con el fin de determinar la posible significancia entre tratamientos y factores, para en caso de que existiera, proseguir con la comparación de medias con la prueba de Tukey, a un  $\alpha = 0.05$

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Contenedores

Dentro del campus universitario se cuenta con 58 contenedores principales y su capacidad varía de 200 l hasta 3 ton, y una tolva de 30 m<sup>3</sup>; en el Cuadro 4 se enlistan los lugares donde se localizan estos contenedores.

Cuadro 4. 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                      |
| Conchas 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 <sup>3</sup> |
| Total              | 58       |                            |

### 4.2. Generación de Residuos Sólidos Urbanos Inorgánicos

Los residuos sólidos urbanos inorgánicos fueron clasificados en papel, cartón, aluminio, vidrio y plástico.

Durante el periodo en el cual se realizó el trabajo se obtuvo un total de 1190.44 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 1148.74 kg contrastando con Socioeconómicas que mostró menor generación de residuos sólidos urbanos inorgánicos con 7.58 kg, en cuanto a tipo de residuo; el cartón fue el de mayor generación obteniendo 953.84 kg mientras que de vidrio solo se obtuvieron 6.65 kg (Cuadro 5).

Cuadro 5. Residuos obtenidos por área.

| Área               | Residuo (kg)      |                     |          |        |          |            | Total                |
|--------------------|-------------------|---------------------|----------|--------|----------|------------|----------------------|
|                    | Papel             | Cartón              | Aluminio | Vidrio | Plástico | Fecha      |                      |
| Comedor            | ND                | 300                 | 2.77     | ND     | 40       | 11-15 Ago. | 1148.74 <sup>c</sup> |
|                    | 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. | 7.58 <sup>d</sup>    |
|                    | 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            | 6.65 <sup>b</sup> | 953.84 <sup>a</sup> | 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

ND) No detectado

Aplicando el análisis de varianza a las cantidades de residuos sólidos urbanos inorgánicos obtenidos en las diferentes áreas muestreadas en la UAAAN, se

encontró que el modelo para describir el fenómeno fue adecuado ((Pr>F) <.0001), (Cuadro 6). Las combinaciones Área-Residuo (Tratamientos); así como ambos factores, presentaron alta significancia estadística, con una Pr>F menor a 0.0001 en todos los casos (Cuadro 6); es decir, por lo menos una combinación Área-Residuo (Tratamiento), fue diferente estadísticamente a las demás en cuanto a cantidad de residuos recolectada, y del mismo modo por lo menos un área fue diferente estadísticamente a las demás y por lo menos un tipo de residuo fue estadísticamente diferente a los demás, considerando como variable respuesta la cantidad de residuo recolectada. Para poder determinar los grupos que fueron diferentes se realizó la comparación de medias de las combinaciones (tratamientos) y de los factores (Área y Tipo de residuo) (Tukey,  $\alpha=0.05$ ).

Cuadro 6. Análisis de varianza de las cantidades de residuos sólidos urbanos inorgánicos obtenidos por tratamiento (Área-Residuo), por Área y por Tipo de Residuo, en la UAAAN.

| Fuente de variación     | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | F-Valor | Pr>F   |
|-------------------------|--------------------|-------------------|----------------|---------|--------|
| Modelo                  | 19                 | 208902.5          | 10994.9        | 9.8     | <.0001 |
| Error                   | 60                 | 67291.7           | 1121.5         |         |        |
| Total                   | 79                 | 276194.1965       |                |         |        |
| R <sup>2</sup> = 0.7563 |                    | C. V.=225.0525    |                |         |        |

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados<br>(Error Tipo I) | Cuadrado medio | F-Valor | Pr>F   |
|---------------------|--------------------|-------------------------------------|----------------|---------|--------|
| Área                | 3                  | 48299.8                             | 16099.9        | 14.4    | <.0001 |
| Residuo             | 4                  | 40803.4                             | 10200.8        | 9.10    | <.0001 |
| Área*Residuo        | 12                 | 119799.2                            | 9983.3         | 8.9     | <.0001 |

La comparación de medias (Tukey,  $\alpha=0.05$ ), mostró que sólo un tratamiento (Combinación) fue estadísticamente diferente a los demás y correspondió a Comedor –Cartón, siendo este residuo el de mayor generación y esta área donde se obtuvo la mayor cantidad de éste. El resto de tratamientos se agrupan en una sola categoría estadística (Cuadro 7), esto quiere decir que solo la cantidad de cartón generada en comedor es diferente estadísticamente a todas las cantidades de todos los residuos generados en todas las demás áreas. También se observa

en el Cuadro 7, que comedor es el área que tiene mayor producción de plástico y de aluminio mientras que de papel y vidrio en esta área no se detectó cantidad alguna. Dejando fuera Comedor, en las demás áreas, la cantidad media de residuos recolectada indistintamente de cual se tratara, fue menor a tres kilogramos y en la mayoría de los casos, menor a un kilogramo.

Cuadro 7. Residuos recolectados por tratamiento (Área-Residuo) en la UAAAN.

| <b>Tratamiento(combicación)</b> | <b>Cantidad media de residuo (kg)</b> |                |
|---------------------------------|---------------------------------------|----------------|
| Comedor-cartón                  | 235.00                                | A <sup>¥</sup> |
| 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              |

<sup>¥</sup>Valores con la misma letra en la columna son estadísticamente similares (Tukey, 0.05).

Analizando por áreas, y considerando la cantidad media de todos los residuos recolectados en cada una de éstas (independientemente del tipo de residuo), únicamente Comedor es estadísticamente diferente a todas las demás áreas (Cuadro 8); siendo el área en donde mayor cantidad de residuos se recolectan, seguida por Recursos naturales, Parasitología y Socioeconómicas en una proporción mucho menor.

Cuadro 8. Residuos recolectados por área muestreada en la UAAAN.

| Área               | Cantidad media de residuos (kg) |
|--------------------|---------------------------------|
| Comedor            | 57.44 A <sup>¥</sup>            |
| Recursos naturales | 1.09 B                          |
| Parasitología      | 0.61 B                          |
| Socioeconómicas    | 0.38 B                          |

<sup>¥</sup>Valores con la misma letra en la columna son estadísticamente similares (Tukey, 0.05).

Analizando por tipo de residuo, y considerando la cantidad media recolectada (considerando todas las áreas), únicamente Cartón es estadísticamente diferente a todos los demás residuos (Cuadro 9). Este dato coincide proporcionalmente con el trabajo realizado por Buenrostro *et al.* (1999) donde mayormente se presentó cartón a comparación del resto de los residuos sólidos comparados en su trabajo. Ojeda *et al.* (1998) realizaron un análisis del comportamiento de residuos donde el cartón se presentó mayormente con un 19% en comparación con el resto de los residuos sólidos. Rosales *et al.* (2013) realizaron un trabajo similar dentro del Instituto Tecnológico de Tepic, donde cartón fue el residuo sólido inorgánico con mayor porcentaje, presentando un 24.45 y 24.84% para las dos zonas muestreadas. Puede verse en el Cuadro 9 que el residuo que se recolecta en mayores cantidades es el cartón, seguido de plástico y aluminio, en proporción menor y finalmente vidrio y papel en cantidades mínimas.

Cuadro 9. Cantidad media de residuos totales recolectados considerando todas las áreas muestreadas en la UAAAN.

| Tipo de residuo | Cantidad media de residuos (kg) |
|-----------------|---------------------------------|
| Cartón          | 59.62 A <sup>¥</sup>            |
| Plástico        | 8.67 B                          |
| Aluminio        | 5.28 B                          |
| Vidrio          | 0.42 B                          |
| Papel           | 0.42 B                          |

<sup>¥</sup>Valores con la misma letra en la columna son estadísticamente similares (Tukey, 0.05).

En la Figura 4 puede observarse que la combinación Comedor-Cartón fue significativamente diferente a todas las demás combinaciones, agrupándose en una categoría estadística diferente al resto de combinaciones; estas últimas se agrupan todas en una sola categoría estadística.

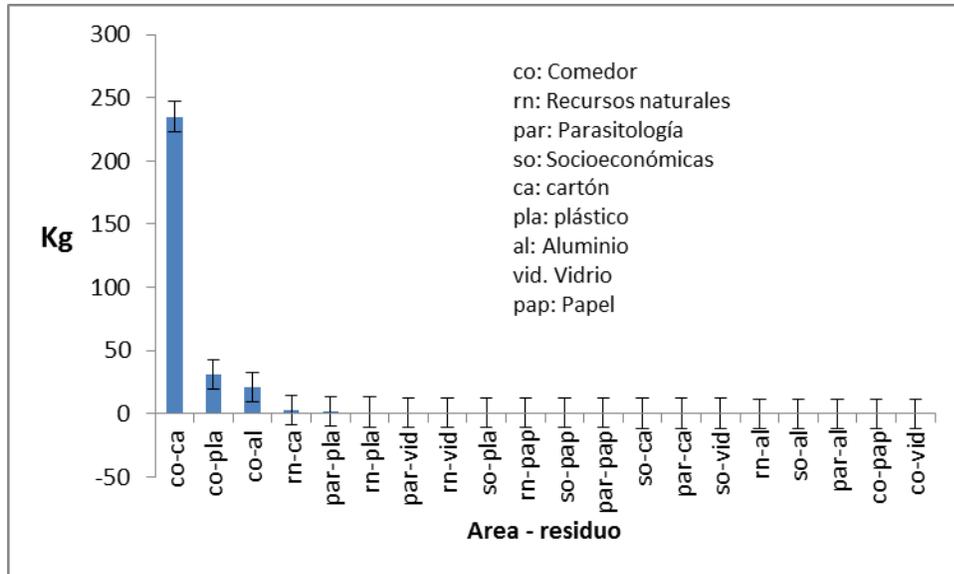


Figura 4. Cantidad media de residuos recolectados, considerando Área muestreada- Tipo de residuo, en la UAAAN.

En la Figura 5 puede observarse que sólo el área de comedor es estadísticamente diferente a las demás áreas en cuanto a cantidad media de residuos totales recolectados; las otras tres áreas no presentan significancia entre sí, agrupándose las tres en una sola categoría estadística. La diferencia entre comedor y las otras áreas es evidente.

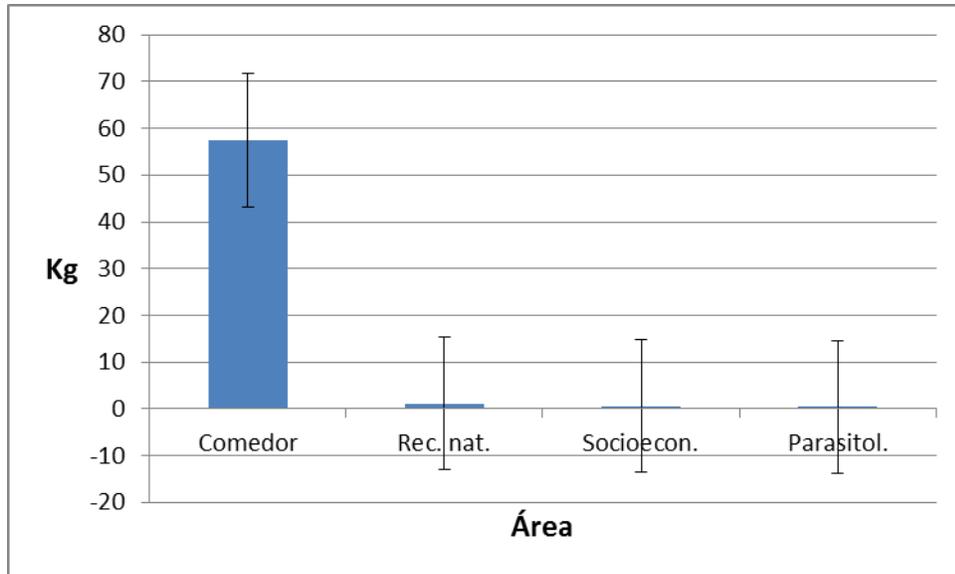


Figura 5. Cantidad media de todos los tipos de residuos recolectados por área.

En la Figura 6 puede observarse que considerando la cantidad media de residuos totales recolectados por Tipo (incluyendo todas las áreas), Cartón es significativamente diferente a los demás residuos, agrupándose en una categoría estadística diferente a los otros cuatro residuos (quienes no presentan significancia entre sí, agrupándose por lo tanto en una sola categoría estadística). Es evidente la diferencia entre cartón y los demás tipos de residuos.

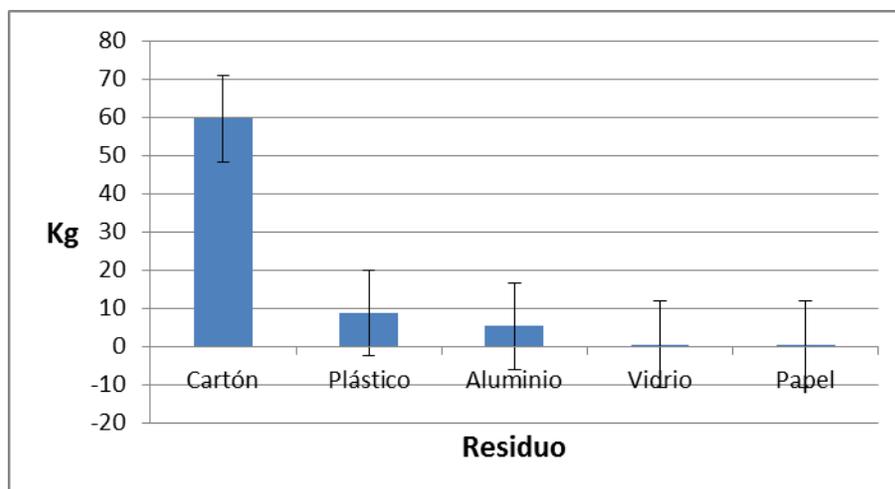


Figura 6. Cantidad media de residuos incluyendo todas las áreas.

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.*, 2000; Taboada *et al.*, 2011).

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

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados se acepta la hipótesis alternativa debido a que existe diferencia en la cantidad generada por tipo de residuos sólidos urbanos inorgánicos en el campus universitario.

El campus de la Universidad no cuenta con los contenedores necesarios para la separación adecuada de los residuos sólidos urbanos inorgánicos.

La mayoría de los contenedores de menor volumen se encuentran en mal estado, (pertenecen al área de mantenimiento de la Universidad); los de mayor volumen se encuentran en buen estado (pertenecen a la empresa RED AMBIENTAL). La tolva es la que mayor recepción de residuos recibe, se encuentra en buen estado, también pertenece a la empresa RED AMBIENTAL.

El departamento de mayor generación de residuos sólidos urbanos inorgánicos es Comedor, mientras que el de menor generación Socioeconómicas.

El residuo sólido urbano inorgánico de mayor generación es cartón y el de menor generación es papel.

Dentro de campus universitario de la UAAAN no existe clasificación y cuantificación, ni manejo de residuos sólidos urbanos inorgánicos.

Los residuos sólidos urbanos inorgánicos representan un riesgo de salud para la comunidad universitaria y un riesgo ambiental por la falta de manejo.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda elaborar un plan de manejo de residuos sólidos urbanos inorgánicos para la cuantificación, recolección, traslado y disposición.

Realizar un convenio con la empresa RED AMBIENTAL u otros para la ejecución de un plan de manejo.

Se recomienda realizar campañas de educación ambiental para trabajadores y para los alumnos campañas sobre disposición de desechos.

Promover por parte del área de mantenimiento la implementación de políticas acerca del manejo de los residuos sólidos urbanos inorgánicos con las autoridades universitarias.

## VII. GLOSARIO

**Acuífero:** Es una capa de agua que se almacena y transmite en un estrato rocoso permeable de la litósfera de Tierra, saturando sus poros y grietas y que pueden extraer en cantidades económicamente aprovechables.

**Empoderamiento:** Proceso por el cual se aumenta la fortaleza espiritual, política, social o económica de los individuos y las comunidades para impulsar cambios positivos de las situaciones en que viven.

**Escorrentía:** Lámina de agua que circula sobre la superficie en una cuenca de drenaje, es decir la altura en milímetros del agua de lluvia escurrida y extendida.

**HDPE:** Polietileno de alta densidad, es un polímero de la familia de los polímeros olefínicos o de los polietilenos.

**LDPE:** Polietileno de baja densidad, es un polímero de la familia de los polímeros olefínicos, como el polipropileno y los polietilenos.

**Lixiviado:** Es el líquido resultante de un proceso de percolación de un fluido a través de un sólido.

**Percolación:** es un fenómeno por el cual se lleva a cabo el paso lento de fluidos a través de los materiales porosos.

**PET:** Tereftalato de polietileno, tipo de plástico muy usado en envases de bebidas y textiles.

**Polímero:** Macromoléculas formadas por la unión de moléculas más pequeñas llamadas monómeros, que se repiten a lo largo de toda una cadena.

**PP:** Es el polímero termoplástico, parcialmente cristalino, que se obtiene de la polimerización del propileno.

**PS:** Poliestireno, es un polímero termoplástico que se obtiene de la polimerización del estireno.

**PVC:** Policloruro de vinilo, es el producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo a policloruro de vinilo.

## VIII. LITERATURA CITADA

Acurio G., Rossin A., Teixeira P. y Zepeda F. [en línea]:1997. Diagnóstico de la Situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y el Caribe. [Fecha de consulta: 02 de Mayo de 2014]. Disponible en: <http://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/4768/Diagn%C3%B3stico%20de%20la%20situaci%C3%B3n%20del%20manejo%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos%20municipales%20en%20Am%C3%A9rica%20Latina%20y%20el%20Caribe.pdf?sequence=1>

Álvarez F. 2010. Reciclaje de plástico: campo productivo de crecimiento. Selección gaceta politécnica. 20 (2): 30-35.

Bautista C. 1998. Residuos Sólidos. Guía Técnico-Jurídica. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. Pp. 19.

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. [en línea]: 2007. The impact of cruise ship generated waste on home ports and ports of call: A study of Southampton. 31 (2007): 591-598. [Fecha de consulta: 17 de Marzo de 2014]. Disponible en: [http://www.docunator.com/bigdata/2/1365717517\\_8aa1194976/2167.pdf](http://www.docunator.com/bigdata/2/1365717517_8aa1194976/2167.pdf)

Calderón R, Sumarán R. Chumpitaz J. y Campos J. [en línea]: 2011. Educación Ambiental. Aplicando el enfoque ambiental hacia una educación para el desarrollo sostenible. Primera Edición. Perú. [Fecha de consulta: 14 de Marzo de 2014]. Disponible en: <http://www2.minedu.gob.pe/educam/xtras/LIBROEDUCACIONAMBIENTAL.pdf>

Cámara Nacional de las industrias de la celulosa y del papel (Cámara del papel). [en línea]: 2012. Manejo de residuos. Plan de Manejo de Residuos de Papel y Cartón en México. [Fecha de consulta: 12 de Marzo de 2014]. Disponible en:  
<http://www.canipec.org.mx/woo/xtras/EVENTOS/Residuos%2014mar13/CAMARA%20DEL%20PAPEL.pdf>

Carlsen E. [en línea]: 1980. Aluminum Recycling Coefficients. 15 (1) Enero. Pp. 41. [Fecha de consulta: 12 de Marzo de 2014]. Disponible en:  
<http://www.jstor.org/discover/10.2307/23482583?uid=3738664&uid=2&uid=4&sid=21103658168287>

Cochran W. y Cox G. 1990. Diseños experimentales. 2ª edición. Trillas. México. Pp. 75-80.

Colomer F. y Gallardo A. 2007. Tratamiento y gestión de residuos sólidos. Ed. Limusa. México. Universidad Politécnica de Valencia.

Consejo Nacional del Ambiente (CONAM). [en línea]: 2005. Manual para la Gestión de Residuos Sólidos en Instituciones Educativas. Índice Publicidad S.A.C Lima-Perú. [Fecha de consulta: 12 de Marzo de 2014]. Disponible en: [http://bvs.per.paho.org/curso\\_mrsm/e/fulltext/residuos\\_educa.pdf](http://bvs.per.paho.org/curso_mrsm/e/fulltext/residuos_educa.pdf)

De la Oliva M. y Malonda I. [en línea]: 2012. Manual de buenas prácticas de gestión de residuos en Institutos de secundaria y formación profesional. Primera edición. [Fecha de consulta: 20 de Marzo de 2014]. Disponible en: [http://www.vertidoscero.com/PDF/Manual\\_BP\\_Residuos\\_ESO\\_FP.pdf](http://www.vertidoscero.com/PDF/Manual_BP_Residuos_ESO_FP.pdf)

Enkerlin E., Cano G., Garza R. y Vogel E. 1997. Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible. Ed. Thomson Editores. México. Pp. 423-426.

Esquivel L., Salas J. y Jiménez J. [en línea]: 2008. Manejo de desechos en universidades. Estudios caso: Instituto Tecnológico de Costa Rica. 21(3): 33-41. [Fecha de consulta: 20 de Marzo de 2014]. Disponible en: [http://www.tec-digital.itcr.ac.cr/servicios/ojs/index.php/tec\\_marcha/article/viewFile/182/180](http://www.tec-digital.itcr.ac.cr/servicios/ojs/index.php/tec_marcha/article/viewFile/182/180)

Godoy E. [en línea]: 2012. The waste mountain engulfing Mexico City. The Guardian. Cd. De México. Lunes 09 de Enero de 2012. [Fecha de consulta: 17 de Marzo de 2014]. Disponible en: <http://www.theguardian.com/environment/2012/jan/09/waste-mountain-mexico-city>

Green J. [en línea]: 2007. Aluminum Recycling and Processing for Energy Conservation and Sustainability. ASM International. Ed. Primera. USA. [Fecha de consulta: 13 de Marzo de 2014]. Disponible en: [http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=t-Jg-i0XlpcC&oi=fnd&pg=PR7&dq=aluminum+recycling&ots=dzL7DWcQHs&sig=AyC62Yo6CFQY7NT\\_FSmcOX5l72M#v=onepage&q=aluminum%20recycling&f=false](http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=t-Jg-i0XlpcC&oi=fnd&pg=PR7&dq=aluminum+recycling&ots=dzL7DWcQHs&sig=AyC62Yo6CFQY7NT_FSmcOX5l72M#v=onepage&q=aluminum%20recycling&f=false)

Guerrero L. [en línea]: 2014. Las tres erres ecológicas: Reducir, reutilizar, reciclar. [Fecha de consulta: 17 de febrero de 2014]. Disponible en: <http://vidaverde.about.com/od/Reciclaje/g/Las-Tres-Erres-Ecologicas.htm>

Hernández L., Pardo G., Cortines C., Rojas A., y Treviño J. [en línea]: 2005. Manual de manejo adecuado de los residuos sólidos. Escuela limpia en el D.F. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. [Fecha de consulta: 03 de Marzo de 2014]. Disponible en:

[http://www.ciceana.org.mx/recursos/Escuela\\_Limpia\\_DF-Manual\\_de\\_manejo\\_adecuado\\_de\\_residuos\\_solidos.pdf](http://www.ciceana.org.mx/recursos/Escuela_Limpia_DF-Manual_de_manejo_adecuado_de_residuos_solidos.pdf)

Herrera R. 2004. Segunda edición. Cómo y por qué separar la basura. Una solución de los residuos sólidos en la Ciudad de México.

Hubbard R. y Bayarri M. [en línea]: 2003. P values are nor error probabilities. [Fecha de consulta: 03 de Junio de 2015]. Disponible en: <http://ftp.isds.duke.edu/WorkingPapers/03-26.pdf>

Instituto Mexicano del Plástico Industrial S.C. [en línea]: 2014. Tecnología del plástico. 1 (29). [Fecha de consulta: 15 de Marzo de 2014]. Disponible en: <http://digital.plastico.com/B2B/TP/29-1/index.html?e=N00000000#/1/>

Kjeldsen P., Barlaz M., Rooker A., Baun A., Ledin A. y Christensen T. 2002. Present and Long-Term composition of MWW landfill leachete: a review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. 32 (4): 297-336.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al medio Ambiente (LGEEPA). [en línea]: 2012. [Fecha de consulta: 15 de Marzo de 2014]. Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148.pdf>

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. [en línea]: 2013. [Fecha de consulta: 15 de Marzo de 2014]. Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263.pdf>

Lokensgard E. [en línea]: 2004. Industrial plastic. Theory and applications. Thomson. Delmar laerning. 4ª Ed. [Fecha de consulta: 07 de Mayo de 2014]. Disponible en:

[http://books.google.com.mx/books?id=RSNoaMvY5EoC&printsec=frontcover&dq=inauthor:%22Terry+L.+Richardson%22&hl=es-419&sa=X&ei=6dhqU9\\_ENMGRyATVvYLQAg&ved=0CEAQ6wEwAg#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.mx/books?id=RSNoaMvY5EoC&printsec=frontcover&dq=inauthor:%22Terry+L.+Richardson%22&hl=es-419&sa=X&ei=6dhqU9_ENMGRyATVvYLQAg&ved=0CEAQ6wEwAg#v=onepage&q&f=false)

Marulanda. [en línea]: 2010. Propuesta de plan de gestión integral de residuos sólidos en las instituciones educativas ubicadas en el corregimiento de Arabia municipio de Pereira. [Fecha de consulta: 20 de Marzo de 2014]. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/2269/1/628445M389.pdf>

Mazzeo N. [en línea]: 2012. Manual para la sensibilidad comunitaria y educación ambiental: gestión integral de residuos sólidos urbanos. San Martín. Argentina. [Fecha de consulta: 20 de Marzo de 2014]. Disponible en: [http://www.inti.gob.ar/girsu/pdf/jornadaGirsu2011/Manual\\_RSU\\_para\\_web.pdf](http://www.inti.gob.ar/girsu/pdf/jornadaGirsu2011/Manual_RSU_para_web.pdf)

Mendenhall W., Beaver R. y Beaver B. 2010. Introducción a la probabilidad y la estadística. 13<sup>a</sup> edición. Cengage Learning. Pp. 447-501.

Missouri Department of Natural Resources, [en línea]: 2007. Special Waste. Solid Waste Management Program fact sheet. [Fecha de consulta: 08 de Marzo de 2014]. Disponible en: <https://translate.google.com.mx/?hl=es-419&tab=wT#en/es/Solid%20Waste%20Management%20Program%20fact%20sheet>

Montes M., Masse F., García V., Juárez E., Romero J. y Martínez C. 2011. El símbolo del reciclaje. Algarabía Pocket. 2 (1): 68-69.

- Mutasem E., Angelos N. y James O. [en línea]: 1997. Environmental impacts of solid waste landfilling. 50(1): 1-25. [Fecha de consulta: 18 de Marzo de 2014]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479785701314>
- Natural resources defense council. [en línea]: 2008. The 3r's still rule. Por: Sheryl Eisemberg. [Fecha de consulta: 19 de Marzo de 2014]. Disponible en: <http://www.nrdc.org/thisgreenlife/0802.asp>
- Norma Mexicana NMX-AA-091-1987 Calidad del Suelo-Terminología. [en línea]: 1987. [Fecha de consulta: 19 de Marzo de 2014]. Disponible en: <http://legismex.mty.itesm.mx/normas/aa/aa091.pdf>
- Norma Técnica Peruana. [en línea]: 2005. Gestión ambiental. Gestión de residuos. Código de colores para los dispositivos de almacenamiento de residuos. [Fecha de consulta: 24 de Febrero de 2014]. Disponible en: <http://www.epsgrau.com.pe/archivos/NTP%20900%20058%202005%20CODIGO%20DE%20COLORES%20PARA%20LMACENAMIENTO%20DE%20RESIDUOS.pdf>
- Novo M. [en línea]: 2009. La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo sostenible. Revista de Educación. Número extraordinario. Pp. 195-217. [Fecha de consulta: 14 de Marzo de 2014]. Disponible en: [http://www.revistaeducacion.mec.es/re2009/re2009\\_09.pdf](http://www.revistaeducacion.mec.es/re2009/re2009_09.pdf)
- Ojeda S., Armijo C. y Ramirez M. [en línea]: 2000. The potencia for recycling household waste: a case study from Mexicali, México. Environment and Urbanization. 12 (2): 163-173. [Fecha de consulta: 08 de Mayo de 2015]. Disponible en: <http://eau.sagepub.com/content/12/2/163.full.pdf>

- Ojeda S., Muñoz R. y González F. [en línea]: 1998. Análisis estadístico del comportamiento de los residuos sólidos domiciliarios en una comunidad urbana. *Frontera Norte*. 10 (19): 65-76. [Fecha de consulta: 21 de abril de 2015]. Disponible en: [http://www.colef.mx/fronteranorte/articulos/FN19/5-f21\\_Comportamiento\\_de\\_residuos\\_solidos\\_domiciliarios.pdf](http://www.colef.mx/fronteranorte/articulos/FN19/5-f21_Comportamiento_de_residuos_solidos_domiciliarios.pdf)
- Otero A. 2001. Medio ambiente y educación ambiental. Capacitación en educación ambiental para docentes. 2ª ed. Ediciones Novedades Educativas. México.
- Premachandra H. [en línea]: 2006. Household waste composting & MSW recycling in Sri Lanka. [Fecha de consulta: 17 de Marzo de 2014]. Disponible en: [https://www.rcn.org.uk/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0013/111082/003205.pdf](https://www.rcn.org.uk/__data/assets/pdf_file/0013/111082/003205.pdf)
- Pypum/PBA Joint Venture. [en línea]: 1999. Environmental Impact Assessment-Final IEA Report. Waste Management Impact Assessment. [Fecha de consulta: 17 de Marzo de 2014]. Disponible en: [http://www.epd.gov.hk/eia/register/report/eiareport/eia\\_01199/v1a-8.pdf](http://www.epd.gov.hk/eia/register/report/eiareport/eia_01199/v1a-8.pdf)
- Rebolledo H. 2002. Manual SAS por computadora. Análisis estadísticos de datos experimentales. Ed. Trillas. México.
- Robles M., Gasca S., Quintanilla A.L., Guillén F. y Escofet A. [en línea]: 2010. Educación ambiental para el manejo de residuos sólidos: el caso del Distrito Federal, México. *Investigación ambiental*. 2 (1): 46-64. [Fecha de consulta: 21 de Febrero de 2014]. Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/gacetitas/634/educacion.pdf>
- Rosales M., Saldaña C., Toledo V. y Maldonado L. [en línea]: 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. [Fecha de consulta: 04 de

mayo de 2015]. Disponible en:  
<http://biociencias.uan.edu.mx/publicaciones/04-03/biociencias4-3-14.pdf>

Sakurai K. [en línea]: 1984. Residuos sólidos peligrosos. Definición, clasificación y manejo. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales. [Fecha de consulta: 12 de Marzo de 2014]. Disponible en:  
<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan/014692.pdf>

Sarhan A. [en línea]: 2006. Iraq: garbage accumulation causes health problems. [Fecha de consulta: 18 de Marzo de 2014]. Disponible en:  
<http://www.irinnews.org/report/60137/iraq-garbage-accumulation-causes-health-problems>

Saseendran. [en línea]: 2011. Colour-coded waste bins must from Sept 4. Khaleej Times. [Fecha de consulta: 20 de Marzo de 2014]. Disponible en:  
[http://www.khaleejtimes.com/DisplayArticle09.asp?xfile=data/theuae/2011/June/theuae\\_June811.xml&section=theuae](http://www.khaleejtimes.com/DisplayArticle09.asp?xfile=data/theuae/2011/June/theuae_June811.xml&section=theuae)

SAS Institute Inc., SAS/STAT. 1988. Guide for Personal Computers, U. S. A.

Secretaria de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA). [en línea]: 2012. Residuos Sólidos. [Fecha de consulta: 21 de Febrero de 2014]. Disponible en: <http://www.seduma.yucatan.gob.mx/residuos-solidos/marco-juridico.php>

Secretaria de Estado de Educación. [en línea]: 2007. Guía de Educación Ambiental sobre los Residuos Sólidos. Santo Domingo. Primera Edición. [Fecha de consulta: 21 de Febrero de 2014]. Disponible en:  
<http://www.educando.edu.do/Userfiles/P0001%5CFile%5Cguia%20educacion%20ambiental%202a.pdf>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). [en línea]: Programa Nacional para la Prevención y gestión Integral de los residuos 2009-2012. [Fecha de consulta: 22 de Febrero de 2014]. Disponible en: [http://www.seduma.yucatan.gob.mx/residuos-solidos/documentos/Programa\\_Estatal\\_Residuos.pdf](http://www.seduma.yucatan.gob.mx/residuos-solidos/documentos/Programa_Estatal_Residuos.pdf)

Seoáñez M. 2000a. Residuos. Problemática, descripción, manejo, aprovechamiento y destrucción. Ed. Mundi-Prensa.

Seoáñez M. [en línea]: 2000b. Tratado de reciclado y recuperación de productos de los residuos. Grupo Mundi-Prensa. [Fecha de consulta: 09 de Mayo de 2014]. Disponible en: <http://books.google.es/books?id=lvq2Wn4HNroC&pg=PA21&dq=libros+sobre+degradacion+de+residuos&hl=es&sa=X&ei=GwJtU4H-NdCWyASB3oDIDQ&ved=0CDkQ6AEwAQ#v=onepage&q=libros%20sobre%20degradacion%20de%20residuos&f=false>

Shirke A. [en línea]: 2009. Municipal Solid Waste Management. [Fecha de consulta: 08 de Marzo de 2014]. Disponible en: [http://mahenvis.nic.in/Pdf/MSW\\_.pdf](http://mahenvis.nic.in/Pdf/MSW_.pdf)

Spiegel M., Schiller R. y Srinivasan R. 2007. Análisis de la varianza. Probabilidad y estadística (Schaum's Outline of Theory and Problems of Probability and Statistics). Schaum. 2ª edición. México D.F: McGraw-Hill. Pp. 335-371.

Spiegel M. y Stephens L. 2009. Estadística. 4ª edición. Mc Graw Hill. Pp. 403-412.

Subdirección de Procesos Escolarizados de la Dirección de Educación Ambiental. [en línea]: 2013. ¿Basura o residuo? [Fecha de consulta: 08 de Marzo de 2014]. Disponible en: [http://www.sedema.df.gob.mx/sin-mono-sin-bolsita/basura\\_residuos.html#.UxtaHD95OVM](http://www.sedema.df.gob.mx/sin-mono-sin-bolsita/basura_residuos.html#.UxtaHD95OVM)

Taboada P., Armijo C., Aguilar Q., Ojeda S. y Aguilar X. [en línea]: 2009. Métodos para la determinación de generación de residuos en comunidades rurales. Preceedings of the II Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos, REDISA, Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia. Pp. 554-560. [Fecha de consulta: 08 de Mayo de 2015]. Disponible en: <http://www.uninorte.co/divisiones/Ingenierias/IDS/upload/File/Memorias%20I-SIIR/4c-Taboada-Mexico-001.pdf>

Taboada P., Aguilar Q. y Ojeda S. [en línea]: 2011. Análisis estadístico de residuos sólidos domésticos en un municipio fronterizo de México. Avances en Ciencia e Ingeniería. 2 (1): 9-20. [Fecha de consulta: 08 de Mayo de 2015]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323627681002>

The Green Space. [en línea]: 2010. Trash degradation exposed. [Fecha de consulta: 16 de Marzo de 2014]. Disponible en: [http://www.blueseasonline.net/manager/filemanager/files/2798-1The\\_Green\\_Space.pdf](http://www.blueseasonline.net/manager/filemanager/files/2798-1The_Green_Space.pdf)

The U.S Environmental Protection Agency. [en línea]: 2007. Tools to reduce waste in schools. [Fecha de consulta: 20 de Marzo de 2014]. Disponible en: <http://www.epa.gov/osw/education/pdfs/toolkit/tools.pdf>

UNESCO. [en línea]: 1997. Conferencia Intergubernamental sobre Educación Ambiental. París. [Fecha de consulta: 20 de Marzo de 2014]. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0003/000327/032763sb.pdf>

Vivanco M. [en línea]: 2005. Muestreo estadístico. Diseño y aplicaciones. Primera edición. Santiago de Chile. Pp. 27. [Fecha de consulta: 20 de Marzo de 2014]. Disponible en: <http://books.google.com.mx/books?id=->

\_gr5l3LbpIC&printsec=frontcover&source=gbs\_ge\_summary\_r&cad=0#v=onpage&q&f=false

Zaharia C., Surpateanu M. y Macoveanu M. [en línea]: 2005. Evaluation of Environmental Impact Generated by Waste Deposition into a Romanian Urban Landfil. Boletín Científico Politehnica. 50 (64): 68-75. [Fecha de consulta: 20 de Marzo de 2014]. Disponible en: [http://www.chemicalbulletin.ro/admin/articole/44218art\\_18.pdf](http://www.chemicalbulletin.ro/admin/articole/44218art_18.pdf)

Zerkel E. [en línea]: 2013. Trash Cities: The World's Worst Garbage Problems. [Fecha de consulta: 18 de Marzo de 2014]. Disponible en: <http://www.wunderground.com/news/worst-cities-trash-garbage-problems-20130926?pageno=2>

## APÉNDICE

Apéndice 1. Recorridos por el campus universitario para ubicación de los contenedores.



Contenedores del internado.



Tolva (Bajío).



Contenedor ubicado en Horticultura.



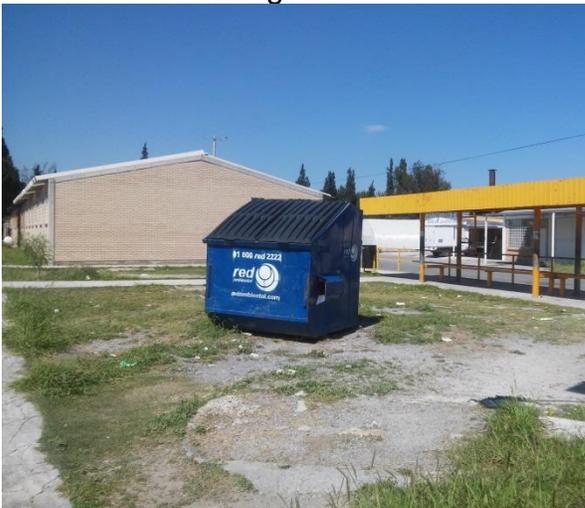
Contenedor ubicado en Fitomejoramiento.



Contenedor ubicado en Fisiología vegetal.



Contenedor del arco.



Contenedor parada de camiones norte.



Contenedor de Biblioteca.



Contenedor frente a Deportivo.



Contenedor de internado palomares.



Contenedor del area de mantenimiento.



Contenedores de la universidad internado Porfirio.



Contenedor de la Universidad (La Gloria).



Camion recolector Red ambiental.