



UNIVERSIDAD VERACRUZANA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

REGIÓN POZA RICA –TUXPAN

ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN E IMPACTO AMBIENTAL

“Propuesta para el manejo de residuos sólidos institucionales en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Campus Tuxpan”

TESIS

Como requisito para obtener el título de:

**ESPECIALISTA EN GESTIÓN
E IMPACTO AMBIENTAL**

P R E S E N T A:

Ing. Elia Sandoval Camaño

Director: Mtro. Jordán Gutiérrez Vivanco

Co-Director: Dr. Eduardo A. Zarza Meza

Tuxpan, Veracruz

2015



Universidad Veracruzana

UNIVERSIDAD VERACRUZANA
Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
Especialización en Gestión e Impacto Ambiental



Universidad Veracruzana

Revisión del trabajo de intervención de la alumna: Elia Sandoval Camaño

Nombre	Fecha	Dictamen	Firma
<u>Manuela López Ortega</u>	<u>27/05/2015</u>	<u>Aprobada</u>	<u>[Firma]</u>
<u>Pablo San Martín Del A.</u>	<u>28/05/15</u>	<u>Aprobada</u>	<u>[Firma]</u>
<u>Karla Cirila Garces García</u>	<u>28/05/15</u>	<u>Aprobada</u>	<u>[Firma]</u>

En la presente revisión se acordó que el trabajo de intervención denominado "Propuesta para el manejo de residuos sólidos institucionales en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Campus Tuxpan.", que presenta la sustentante para obtener el Título de Especialista, está terminado por lo que puede proceder a su inmediata impresión.

El presente trabajo titulado “Propuesta para el manejo de Residuos Sólidos Institucionales en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Campus Tuxpan” realizado por la C. Elia Sandoval Camaño, bajo la dirección del Mtro. Jordán Gutiérrez Vivanco y asesoría del consejo particular del Dr. Eduardo A. Zarza Meza, ha sido revisado y aprobado como requisito parcial para obtener el grado de:

ESPECIALISTA EN GESTIÓN E IMPACTO AMBIENTAL



MTRO. JORDÁN GUTIÉRREZ VIVANCO



DR. EDUARDO A. ZARZA MEZA

Tuxpan de Rodríguez Cano, Veracruz, mayo de 2015

AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis Mtro. Jordán Gutiérrez Vivanco, por la atención brindada para que fuese posible la realización de este trabajo, gracias por la paciencia y el tiempo invertido en este proyecto.

A mi Co-director de tesis el Dr. Eduardo A. Zarza Meza por el apoyo otorgado durante el transcurso del proyecto.

A los miembros de la comisión revisora: Dra. Marisela López Ortega, Mtra. Karla Garcés García y Dr. Pablo San Martín del Ángel, gracias por sus acertadas observaciones para mejorar la calidad de este trabajo.

A la Mtra. Blanca E. Raya Cruz, por la ayuda en la elaboración del mapa de localización del área de estudio.

Gracias a la Coordinación de la especialización en Gestión e Impacto Ambiental: Dr. José Luis Alanís Méndez, Maestra Karla Garcés y en especial a Mayra Hernández porque siempre estuvo al pendiente de lo que necesitamos durante el trayecto de la especialidad.

Gracias a los profesores que impartieron las asignaturas a lo largo de la especialidad porque de una u otra forma, el conocimiento transmitido aportó al presente trabajo.

A mis compañeros de posgrado, Paul, Alan, Irving, Jesús y Cristian, gracias por su amistad y apoyo en el momento que lo necesite.

Gracias a mi familia, a mis padres Felipe Sandoval y Lidia Camaño, a mis hermanos Esther, Felipe, Saúl, Graciela, Oscar y a ti mi ángel de la guarda, Roció porque aunque ya no estas entre nosotros yo quiero creer que tu esencia sigue cerca de mí, te extraño hermanita, gracias familia por ser el impulso para superarme, para decidir terminar con lo que empiezo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por el otorgamiento de beca durante el trayecto de la especialidad, pues sin este apoyo hubiese sido difícil culminar con éxito este posgrado.

A la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias y al Dr. Arturo Serrano Solís por permitirme realizar mi proyecto de tesis dentro de las instalaciones de la facultad.

Al Laboratorio de Residuos Sólidos de la Universidad Autónoma de Baja California, Campus Mexicali por permitirme llevar a cabo mi estancia, gracias a la Dra. Sara Ojeda Benites, gracias Mtra. Martha Patricia por acompañarme durante mi estancia en Mexicali.

ÍNDICE

RESUMEN	ix
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- ANTECEDENTES	5
III.- OBJETIVOS	15
3.1 Objetivo general	15
3.2 Objetivos particulares.....	15
IV.- MATERIAL Y MÉTODOS	16
4.1 Área de estudio	16
4.1.1 Croquis del Área de estudio.....	18
4.2 Diagnóstico de la situación en la que se manejan los Residuos Sólidos Institucionales (RSI) en el campus.....	20
4.3 Determinación de la cantidad total de los RSI	20
4.4 Caracterización de los RSI.....	21
4.4.1 Método de cuarteo	21
4.4.2 Peso volumétrico	23
4.4.3 Cuantificación de subproductos	24
4.4 Propuesta de mejora.....	26
V.- RESULTADOS	27
5.1 Diagnóstico del manejo de residuos en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.....	27
5.2 Determinación de la cantidad total de los RSI	30
5.3 Caracterización de los Residuos Sólidos Institucionales	31
5.3.1 Peso volumétrico.....	31
5.3.2 Cuantificación de subproductos	31
5.4 Propuesta de mejora para el manejo adecuado de residuos sólidos en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias campus Tuxpan.	40
VI.- DISCUSIÓN.....	61
VII.- CONCLUSIONES	66
VII.- APLICACIÓN PRÁCTICA DEL TRABAJO.....	68
VIII.- BIBLIOGRAFÍA.....	70
IX.-ANEXOS.....	77
Anexo 1	77
Anexo 2.....	78
Anexo 3.....	79
Anexo 4.....	80

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición física de los residuos sólidos municipales (RSM), en diferentes países de América Latina.	2
Cuadro 2. Cuantificación total de residuos almacenados temporalmente.	30
Cuadro 3. Resultados de la determinación de peso volumétrico.	31
Cuadro 4. Clasificación de subproductos y el porcentaje que representan de acuerdo con la generación.	32
Cuadro 5. Legislación ambiental mexicana, aplicable a la Gestión Integral de los Residuos sólidos Institucionales de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, región Poza-Rica Tuxpan, de la Universidad Veracruzana.	44
Cuadro 6. Clasificación y código de colores a separar.	50
Cuadro 7. Características de los recipientes para el almacenamiento temporal de residuos sólidos urbanos.	52
Cuadro 8. Clasificación de residuos plásticos de acuerdo con su código.	56
Cuadro 9. Análisis FODA del Programa de Gestión Integral de Residuos.	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio.	16
Figura 2. Planta Baja del edificio	18
Figura 3. Planta Alta del edificio	19
Figura 4. Método de cuarteo para Residuos Sólidos Urbanos.	22
Figura 5. Cuantificación y selección de subproductos del mes de agosto.....	33
Figura 6. Cuantificación y selección de subproductos del mes de septiembre.....	34
Figura 7. Cuantificación y selección de subproductos del mes de octubre	35
Figura 8. Cuantificación y selección de subproductos del mes de noviembre.....	36
Figura 9. Resultado del peso en kg de los subproductos obtenidos en cada mes de muestreo.....	37
Figura 10. Comportamiento de los residuos aprovechables durante los meses de muestreo.....	38
Figura 11. Modelo de gestión integral de Residuos Sólidos en la Institución	41
Figura. 12. Paquete de papel y cartón amarrado.	55

RESUMEN

Este trabajo se llevó a cabo con el objetivo de realizar un diagnóstico sobre el manejo de los residuos sólidos Institucionales que se generan en la facultad para posteriormente hacer una propuesta de mejora en el sistema de manejo actual. Se realizaron muestreos semanales durante cuatro meses (agosto-noviembre 2014), el muestreo se realizó a los residuos que son depositados en el almacén temporal, los cuales son entregados al camión de limpia pública del municipio de Tuxpan. La cuantificación total de los residuos así como la caracterización de los mismos que incluye el Método de Cuarteo, la cuantificación y selección de subproductos y el peso volumétrico, dichas actividades se realizaron de acuerdo con lo establecido en las Normas Mexicanas NMX-AA-015-1985, NMX-AA-022-1985, NMX-AA-019-1985 por ultimo se diseñó la propuesta de mejora para el sistema de manejo de los residuos que se generan en la Facultad. La cantidad total de residuos que son entregados para su disposición final al camión de limpia pública es de 7, 649.67 kg/año lo cual convierte a la Facultad en un pequeño generador debido a que se producen menos de 10 toneladas al año, esto dispuesto en la Ley general para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en su Artículo 5 fracción XX. El porcentaje de residuos aprovechables en la Facultad es de 72.5% (plásticos 17.6%, papel y cartón 15.7%, orgánicos 14.1%, vidrio 8.9% y tetra pack 5.8%). Se propone llevar a cabo acciones de educación y concientización ambiental, separación de los residuos sólidos institucionales y el compostaje de la materia orgánica generada.

Palabras clave: *residuos sólidos urbanos, residuos sólidos institucionales, método de cuarteo, peso volumétrico, caracterización de residuos, residuos aprovechables.*

I.- INTRODUCCIÓN

La problemática ambiental presenta dentro de sus múltiples facetas dos vertientes importantes: el manejo irracional de los recursos naturales y un manejo inadecuado de los residuos generados por los diferentes procesos antrópicos (Gordillo *et al.*, 2010). Por ello se han puesto en marcha diversas estrategias para minimizar los daños ocasionados por el manejo inadecuado de los residuos sólidos urbanos (RSU). Estas estrategias incluyen campañas para fomentar un manejo integral que promuevan la reducción, el reciclaje y la reutilización de RSU (Troschinetz y Mihelcic, 2009). Los residuos mal manejados alteran el aspecto del paisaje en forma de contaminación visual y modifican de forma irreversible los elementos que constituyen el ambiente como aire, suelo y agua (Armijo *et al.*, 2012). El estilo de vida que llevamos ha originado la utilización poco práctica de las materias primas, de tal forma que la mayoría de las actividades generan gran cantidad de residuos (Cabrera, 2008) y el manejo de los mismos es un problema complejo y de difícil solución, esta complejidad radica en las múltiples dimensiones que están involucradas y comprenden aspectos jurídicos, económicos, tecnológicos, ambientales, territoriales, sociales, políticos y culturales (INEGI, 2011).

El incremento de generación de residuos sólidos es un problema para los países en vías de desarrollo, principalmente en las grandes ciudades, causado por el crecimiento demográfico (Vásquez, 2011). En América Latina y el Caribe, los

residuos domiciliarios constituyen entre 50 y 75% de los residuos sólidos municipales también llamados residuos sólidos urbanos en el caso de México. En el cuadro 1 se muestra la composición de los Residuos Sólidos Municipales (RSM) en diferentes países de América Latina (Marmolejo et al, 2010).

Cuadro 1. Composición física de los residuos sólidos municipales (RSM), en diferentes países de América Latina.

Pais	Putrecibles	Carton y papel	Metales	Vidrio	Plásticos	Textiles	Otros
Colombia	52.3	18.3	1.6	4.6	14.2	3.8	5.2
Costa Rica	49.8	20.7	2.1	2.3	17.7	4.1	3.3
Ecuador	71.4	9.6	0.7	3.7	4.5	-----	-----
Guatemala	63.3	13.9	1.8	3.2	8.1	0.9	8.8
Perú	54.5	7.5	2.3	3.4	4.3	1.5	25.9

Fuente: Marmolejo *et al*, 2010.

En la legislación ambiental de México se establece que los municipios son responsables de realizar una gestión integral de los RSU, que contemple una planeación estratégica en la que es indispensable contar con información confiable de la generación y composición de los RSU (Castillo y De Medina, 2014). De acuerdo con la problemática en cuestión del manejo de los residuos la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Los Residuos (LGPGIR), especifica a los residuos como un material o producto cuyo propietario o poseedor desecha en estado sólido, semisólido, líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final de

acuerdo con la precisión de conceptos de la misma ley, en su artículo 5 fracción XXXIII, indica que los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), son los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes y empaques; los desechos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere desperdicios con características domiciliarias y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos (Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, 2014).

Con base en las estimaciones de la SEMARNAT, en 2004 se generaron 94,800 toneladas diarias de RSU en México, el 87 % de estos residuos fueron recolectados y de estos mismos el 64 % se depositó en 88 rellenos sanitarios y 21 sitios controlados, se estima que entre 8 y 12 % del total de los residuos generados, se acopian durante su manejo para reúso y reciclaje (SEMARNAT 2009). En el año 2011, a nivel nacional se generaron 112.5 mil toneladas diarias de RSU, de las cuales el 5.5 % correspondieron al estado de Veracruz con una disposición final en rellenos sanitarios del 40% de los residuos (SEMARNAT, 2013). En el Estado de Veracruz se generan en promedio 6,900 toneladas de basura diariamente: De éstas, el 70% es recolectada por los sistemas de limpia pública (4,335 ton/día) y llevada a los rellenos sanitarios del estado. La mayoría del resto de los residuos tienen destinos como: tiraderos a cielo abierto en predios, barrancas, ríos y en algunos casos se quema (SEMARNAT, 2012).

La gestión integral de los RSU en instituciones educativas, permite realizar un manejo adecuado de los mismos, fomentar una conciencia ambiental en la población estudiantil, prevenir la contaminación del medio ambiente, así como disminuir el impacto ambiental a largo plazo (Cortinas, 2012).

El presente trabajo tiene como finalidad realizar la caracterización y analizar la generación el tipo y el volumen de (RSU) que se generan en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (FCByA), Campus Tuxpan. Para efectos de este trabajo, los RSU generados en la FCByA se manejarán como Residuos Sólidos institucionales (RSI) ya que son los residuos generados de las actividades realizadas en una institución. Con base en los resultados obtenidos a través de la investigación es posible realizar la propuesta de alternativas y mejoras en el sistema de manejo de los RSI y de esta forma, se puede construir el punto de partida para llevar a cabo la gestión integral de residuos, involucrando tanto a la población estudiantil como al personal administrativo, y de esta manera ayudar a disminuir la problemática que provoca el mal manejo de los RSI generados diariamente.

II.- ANTECEDENTES

La Universidad de Granada (UGR), en España, en el año de 1997 realizó un estudio para conocer el impacto ambiental que generan las actividades que se realizan en sus centros universitarios, a fin de definir las estrategias a seguir en materia de gestión ambiental. Como resultado, en el año de 1998 implementó un plan en el que se incluyen los principios que constituyen el marco institucional de la gestión ambiental de esta universidad; el documento remarca la importancia de la participación conjunta de profesores, investigadores, personal administrativo y estudiantes (Espinosa *et al.*, 2003).

En 5 localidades de la costa del estado de Chiapas se realizó un estudio de caracterización y generación de residuos sólidos municipales, basándose en la normatividad mexicana. Las 5 localidades se estudiaron por estratos socioeconómicos, obteniendo cinco clasificaciones: materia orgánica, papel y cartón, vidrio, metal, plástico, residuos tóxicos y otros. El mayor porcentaje lo obtuvo la materia orgánica seguido por la clasificación denominada otros que incluye al algodón, fibras sintéticas, hule, loza, cerámica, materiales de construcción, trapo, etc. (Esquinca *et al.*, 2003),

En 2003 el CONALEP No. 145 de Santiago Huajolotitlán, Oaxaca realizó un proyecto de estudio de generación de RSU donde se pudo determinar la cantidad, el volumen y composición física de los residuos procedentes del mismo plantel, los resultados que se obtuvieron fueron: diariamente se almacenan 12 contenedores de 0,2338m³ lo cual da un total de 2.806m³/día; el total de subproductos en el estudio fue 49.52 kg lo cual representa el 99.4% del total de los residuos generados en el plantel, contando con 954 personas para dicho estudio que son las que hacen uso de las instalaciones del plantel. Por lo que en función a ello, se mejoró el manejo y disposición de los residuos sólidos (Quintero *et al.*, 2003).

En la universidad Lasallista en Colombia se implementó el programa MIRS (Manejo Integral de los Residuos) y posteriormente se evaluaron las experiencias educativas y ciertos beneficios económicos como el ahorro en la tasa de aseo, la producción de abono y venta de material reciclable. En cinco semestres de desarrollo del programa se ahorraron \$18´114,772.00 pesos en tasa de aseo, disminuyendo el volumen de residuos para su disposición final. Otros beneficios incluyeron la producción de abono y venta de material reciclable. La implementación del MIRS ha sido una excelente experiencia debido a la campaña de educación ambiental en que ha participado toda la comunidad académica, especial al compromiso de los estudiantes, profesores y del personal de servicios generales de la Corporación Universitaria Lasallista (Castrillón y Puerta, 2004).

En la Universidad Autónoma de Baja California, México, se realizó una investigación la cual tuvo como propósito dar a conocer la cantidad de residuos que se generan en el campus así como el potencial de reducción y reciclaje que presentan estos residuos. El análisis se ejecutó a la totalidad de los residuos generados en edificios y jardines y en el área de cafetería durante catorce días seguidos. En total se caracterizaron 4,800 kg de residuos, de los cuales 2,567 kg correspondieron a las muestras de edificios, 1,360 kg a jardines y 238 kg al centro comunitario y 673 kg de procedencia desconocida ya que las bolsas no contaban con la identificación de origen. El conocimiento de la composición de los residuos permite planear las estrategias de separación, recolección y periodicidad de entrega para su reciclaje (Armijo de Vega *et al.*, 2006).

Un estudio realizado en 47 localidades de México, reportó que los equipos más utilizados para la limpia pública son los camiones compactadores con capacidades de 10 a 15 m³, los cuales recolectan de 4 a 8 ton/viaje en las grandes zonas metropolitanas, la cobertura alcanza el 95 %; en ciudades medias varía entre 75 y 85% y en pequeñas áreas urbanas alcanza entre 60 y 80% (SEMARNAT, 2006),

Los RSU que se generan en el CINVESTAV-Mérida fueron caracterizados durante tres años, alrededor de 410 personas generaron los RSU de este estudio. El personal mayormente involucrado en el manejo de los residuos en la institución es el de

intendencia y el de jardinería. Ellos son los encargados de mantener limpio el interior y el exterior de las instalaciones. Con su ayuda se realizó un cuarteo (NMX- AA-15, 1985), y se usó el peso volumétrico (NMX-AA-19, 1985) para determinar la cantidad total de los residuos generados. Los subproductos fueron separados y clasificados para determinar su cantidad (NMX-AA-22, 1985), determinando que la composición fue de 48 % de orgánicos (hojas de árboles, césped y residuos de cocina); seguidos de 20 % de cartón y papel; 2% de latas de aluminio; 8 % de botellas de plástico (de tereftalato de polietileno, PET) de refrescos y agua purificada; 5% de botellas y envases de vidrio y otros materiales que resultaron difíciles de clasificar, pero que en su conjunto representaron un 17% (Maldonado, 2006).

En la Universidad de Nueva Granada se llevó a cabo la caracterización de los residuos sólidos no peligrosos generados, con el objetivo de establecer las condiciones para implementar su manejo dentro del Plan Institucional de Gestión Ambiental (PIGA). Las zonas de generación que identificaron fueron cafeterías, salones y pasillos, baños, oficinas y áreas comunes. La caracterización la realizaron en siete subproductos: materia orgánica, plástico, papel, cartón, vidrio, metales y otros. Los porcentajes más altos correspondieron a la materia orgánica (23 %) y al vidrio (22 %) (Ospina *et al.*, 2010),

En la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), se determinó la generación de residuos sólidos, para dicho estudio se tomó como base la metodología de la norma NMX-AA-61-1985, teniendo como resultado que de la composición total de los residuos, el 74% correspondió a los residuos orgánicos y el 26% está compuesto de residuos plásticos, papel y cartón entre otros, el día de mayor generación fue el día lunes ya que el fin de semana no pasa el servicio de recolección (Buenrostro, 2010).

En 2010 se realizó un análisis de la generación de residuos sólidos en supermercados de la ciudad de Mexicali, México, para dicho estudio se adecuó la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-019-1985 (SECOFI 1985a) para realizar la caracterización *in situ* en tres supermercados; La caracterización se realizó en el sitio de disposición temporal de residuos dentro de cada supermercado, Los residuos se separaron por subproducto y se pesaron en una balanza, restando la tara. Los resultados se anotaron en una hoja de registro, siguiendo el formato de registro de subproductos de la Norma NMX-AA-022-1985. Alrededor del 70% de los residuos sólidos producidos, resultaron materiales susceptibles de reciclar (Fierro *et al.*, 2010)

Se realizó una caracterización de los residuos urbanos de la comunidad de Santa Catarina Lachatao en Oaxaca la cual contaba con 199 habitantes, el objetivo del trabajo fue hacer una propuesta de plan de manejo integral de los residuos sólidos

urbanos y como resultado se obtuvo que los residuos de jardinería representan el 35% en peso, seguidos de un 27% de las cenizas, en tercer lugar se ubican los residuos alimenticios con un 12.7%, el cuarto lugar lo ocupa la fracción inorgánica con el 3.6% de PET (tereftalato de polietileno) encontrados y el 3.2% de bolsas de plástico. El peso volumétrico fue de 121.093 kg/m³. Las alternativas valoradas fueron, la educación ambiental, actividades de reutilización separación de residuos y concientización sobre la revaloración de los materiales para el ahorro de los recursos naturales y también existen prácticas de lombricompostaje (Cortés y Curiel, 2010).

En Quintana Roo, se realizó un estudio de generación y caracterización de residuos sólidos urbanos en siete poblaciones, basándose en las normas oficiales referidas a la generación y cuantificación de subproductos, con el propósito de identificar los residuos que son susceptibles a ser reciclados, composteados y los que requieren de un sitio de disposición final u otro tratamiento. Encontraron que más del sesenta por ciento de sus residuos pueden ser aprovechados, reciclados o recuperados (Guevara *et al.*, 2011).

En Baja California, México una investigación reporta el comportamiento en la generación de residuos en una comunidad urbana (Ensenada) y dos rurales (San Quintín y Vicente Guerrero) durante un periodo estacional. Los residuos analizados provenían directamente de los camiones recolectores municipales, tomándose

muestras durante una semana. La composición se determinó conforme a la norma NMX-AA-015-1985 y el procedimiento propuesto por Ojeda Benítez *et al.* (2003), Se pesaron en total 2,173.49 kg, de los cuales 1,131.69 eran de Ensenada, 537.35 de San Quintín y 504.45 de Vicente Guerrero. Se puede observar que la composición de los residuos sólidos domiciliarios (RSD) de las tres comunidades el que tiene un mayor porcentaje son los residuos reciclables orgánicos con un porcentaje mayor del 55%, siendo los residuos alimenticios los que cuentan con una mayor presencia. Los reciclables inorgánicos lo constituyen más del 21% restante, con el porcentaje más alto en los plásticos, siendo del 12% a 16% (Taboada *et al.*, 2011).

Diversos estudios sobre la generación y el reciclaje de residuos sólidos urbanos han sido llevados a cabo por universidades de todo el mundo, en los cuales coinciden en que los residuos generados en instituciones educativas contienen un alto porcentaje de materiales reciclables (superior al 60%), en la Universidad Iberoamericana, Ciudad de México (IBERO) se llevó a cabo un diagnóstico sobre el estado que guarda la generación, el manejo y la disposición de los residuos sólidos y a fin de presentar propuestas que contribuyan al desarrollo sustentable de la institución. Entre los resultados obtenidos está la generación total diaria que asciende a alrededor de 3.3 toneladas (0.33 kg/per cápita, 0.017 kg /m²). Se encontró que el 52 % del residuo generado es susceptible al proceso de composteo, 27 % es material reciclable y únicamente el 21 % es residuo que se destinaría a relleno sanitario. Siendo que los materiales de mayor generación son recuperables, se presentan

algunas recomendaciones para mejorar el sistema actual de separación y recolección (Ruiz, 2012)

En Cuernavaca, Morelos se realizó un estudio de generación, cuantificación y caracterización de residuos en un monasterio, de acuerdo con el estudio se utilizaron los métodos de las norma mexicanas NMX-AA-15-1985 para método de cuarteo, NMX-AA-022-1985 para la cuantificación de subproductos, NMX-AA-019-1985 para obtener el peso volumétrico "*in situ*", el estudio se llevó a cabo durante 7 días, teniendo un total de 620 personas las que hicieron uso del monasterio durante esa semana, los resultados obtenidos fueron que se generaron en promedio 66.3 kg/día, teniendo el mayor porcentaje los residuos orgánicos (88%), posteriormente los residuos de papel sanitario con un 4.43% y el 16% restante es de otros residuos como plástico, madera, vidrio y papel de oficina, el peso volumétrico promedio a la semana se reportó de 165.7 kg/m³ (Brito, 2013).

En el Instituto Tecnológico de Tepic (ITT) se realizó una investigación para conocer la cantidad de residuos que se generan en el campus del Instituto, así como el potencial de la caracterización y reciclaje de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) Los productos de los RSU, fueron clasificados durante doce días dividiendo el área en dos zonas (A y B). Para el estudio de caracterización de los RSU se basaron en el método de la norma mexicana NMX-AA-015-1985, las muestras empleadas para la

cuantificación de componentes fueron de aproximadamente 74 kg por día. Como resultado de la composición de los RSU se obtuvo que en total en peso se generaron 894.37 kg. El total de residuos sólidos cuyo destino es el relleno sanitario, el 86.46 % tiene un potencial de reciclaje (aprovechamiento) y solamente el 13.54 % tendría que disponerse en este sitio (Rosales *et al.*, 2013).

En Ensenada, México, un estudio reporta el manejo, generación y potencial de aprovechamiento de los residuos sólidos generados en la comunidad rural Vicente Guerrero. El estudio se realizó en dos etapas: en la primera se estudió el sistema de recolección de residuos y en la segunda se realizó un estudio de caracterización de residuos sólidos domésticos (RSD). Se hizo un cuarteo de residuos empleando un peso superior a los 50 kg, como se indica en la norma mexicana NMX-AA-022-1985 (SECOFI 1985). Los componentes fueron agrupados en ocho categorías (residuos alimenticios, plásticos, papel y cartón, residuos de jardinería, textiles, vidrio, metales y otros); todos los plásticos fueron considerados en una sola categoría. La generación de residuos promedio de las dos temporadas se estimó en 1.10 kg/hab/día. La composición porcentual anual de los RSD es Residuos alimenticios 26.54 %, plásticos 14.60 %, papel y cartón 8.59 %, residuos de jardinería 8.48%, textiles 5.78 %, vidrio 4.80 %, metales 1.95 % y otros 29.26 % (Taboada *et al.*, 2013).

En Tepic Nayarit se realizó un estudio con el propósito de contar con información específica que permitiera conocer el tipo y cantidad de residuos que se recolectan en el vertedero el Iztete, de Tepic-Nayarit. Se efectuó un estudio de cuantificación y caracterización física de los residuos sólidos urbanos (RSU). La generación típica máxima de residuos sólidos en el Iztete, es de 414.5 ton/día. Respecto a la generación per cápita, se consideró una población de 380 249 y con este dato la generación per cápita resultó de 1.09 kg/ por persona. De las 414.5 toneladas de RSU que se generan diariamente en la Ciudad de Tepic, 37.56 % corresponde a materia orgánica, el 30.81 % son materiales recuperables, que se podrían separar y el 31.63 % son los residuos que ya no es posible recuperar (Saldaña *et al.*, 2013).

III.- OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Proponer estrategias de mejora para el manejo de los residuos sólidos institucionales generados en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Región Poza Rica-Tuxpan, Universidad Veracruzana.

3.2 Objetivos particulares

- 1.-Diagnosticar la situación actual del manejo de los Residuos Sólidos Institucionales en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Campus Tuxpan.
- 2.- Determinar la cantidad de residuos sólidos Institucionales que se generan en el campus.
- 3.-. Caracterizar los Residuos Sólidos Institucionales generados en el campus.
- 4.- Diseñar una propuesta de manejo de los Residuos Sólidos Institucionales de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias campus Tuxpan.

IV.- MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 Área de estudio

El estudio se realizó en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, región Poza Rica-Tuxpan de la Universidad Veracruzana, que se encuentra ubicada en la colonia Universitaria Km. 7.5 carretera Tuxpan-Tampico, en el municipio de Tuxpan Veracruz, México (Figura 1).

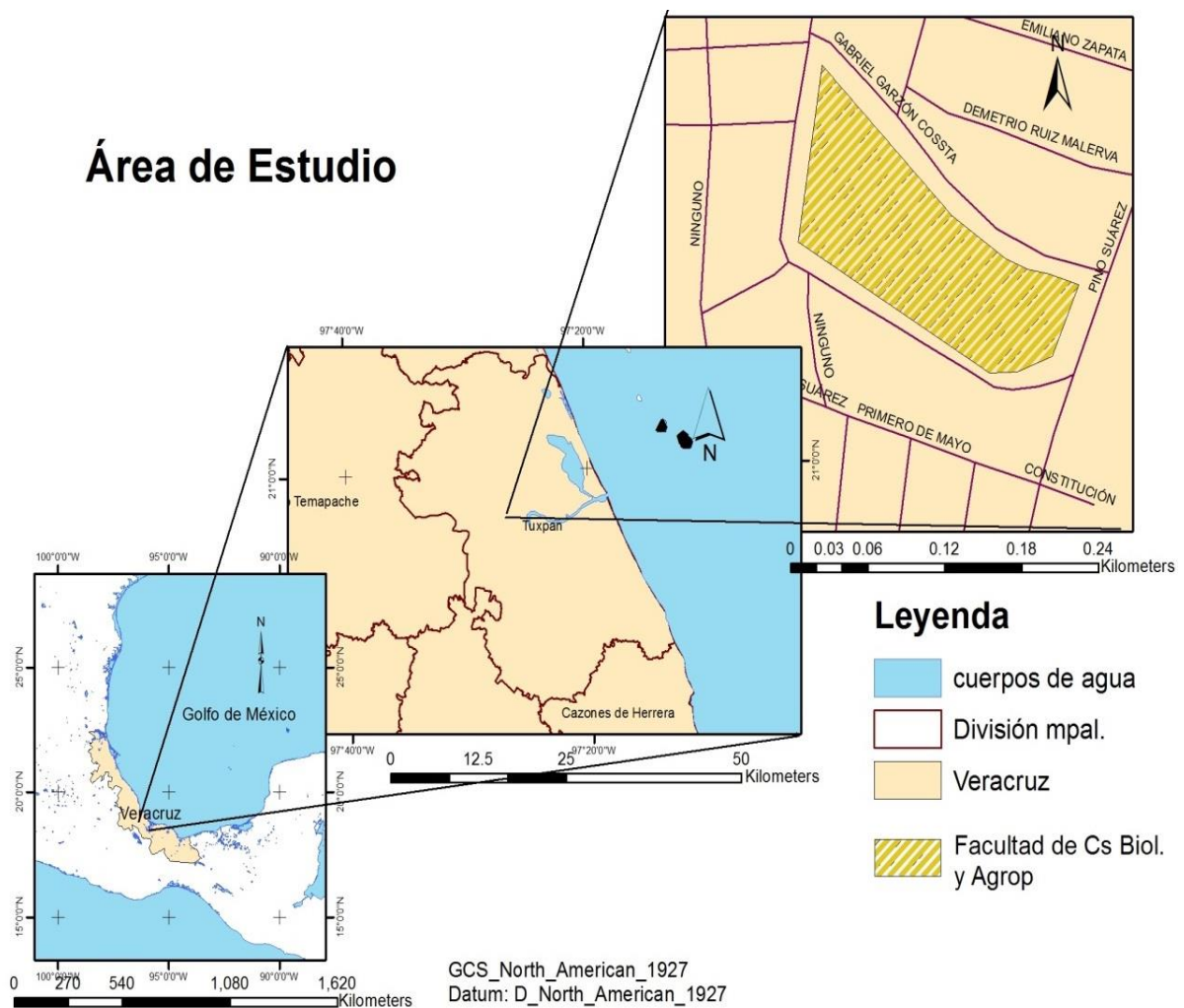


Figura 1. Localización del área de estudio.

Durante el periodo de agosto 2014-enero de 2015 la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias contó con un promedio de 780 alumnos de licenciatura y 80 alumnos de posgrado, 113 personas considerando académicos y administrativos, siendo un total de 973 personas, las cuales generan residuos dentro del campus.

La Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Campus Tuxpan, posee 18 aulas, 11 laboratorios los cuales comparten cinco almacenes de equipo para laboratorio, cuenta con un auditorio y una biblioteca, además con tres sanitarios para mujeres y dos para hombres (estudiantes), un sanitario para maestras y un sanitario para maestros, dentro de estas mismas instalaciones se localizan las oficinas de dirección, la sala de juntas y el centro de cómputo, una cancha, una cafetería, seis laboratorios de investigación, un invernadero, una bodega, un almacén temporal de residuos, un orquidario y por último 13 cubículos para el personal académico de tiempo completo que labora en la institución, de los espacios antes mencionados es donde se generan los residuos de la universidad. Fuente: archivo de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (FCByA).

A continuación se presenta el croquis de las instalaciones del área de estudio (Figura 2 y 3)

4.1.1 Croquis del Área de estudio

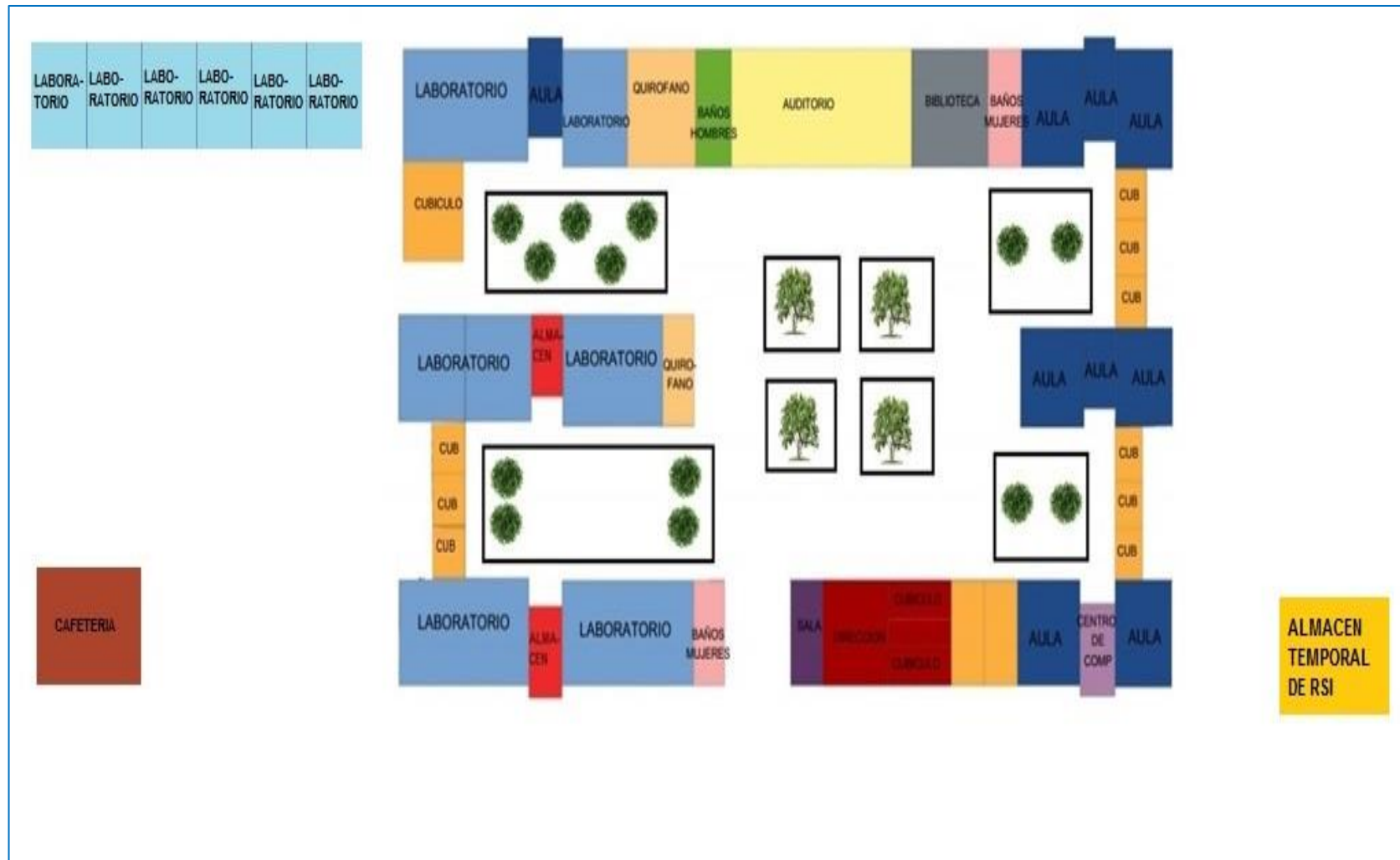


Figura 2. Planta Baja del edificio

Fuente: Elaboración propia tomando como referencia los archivos de la FCByA.

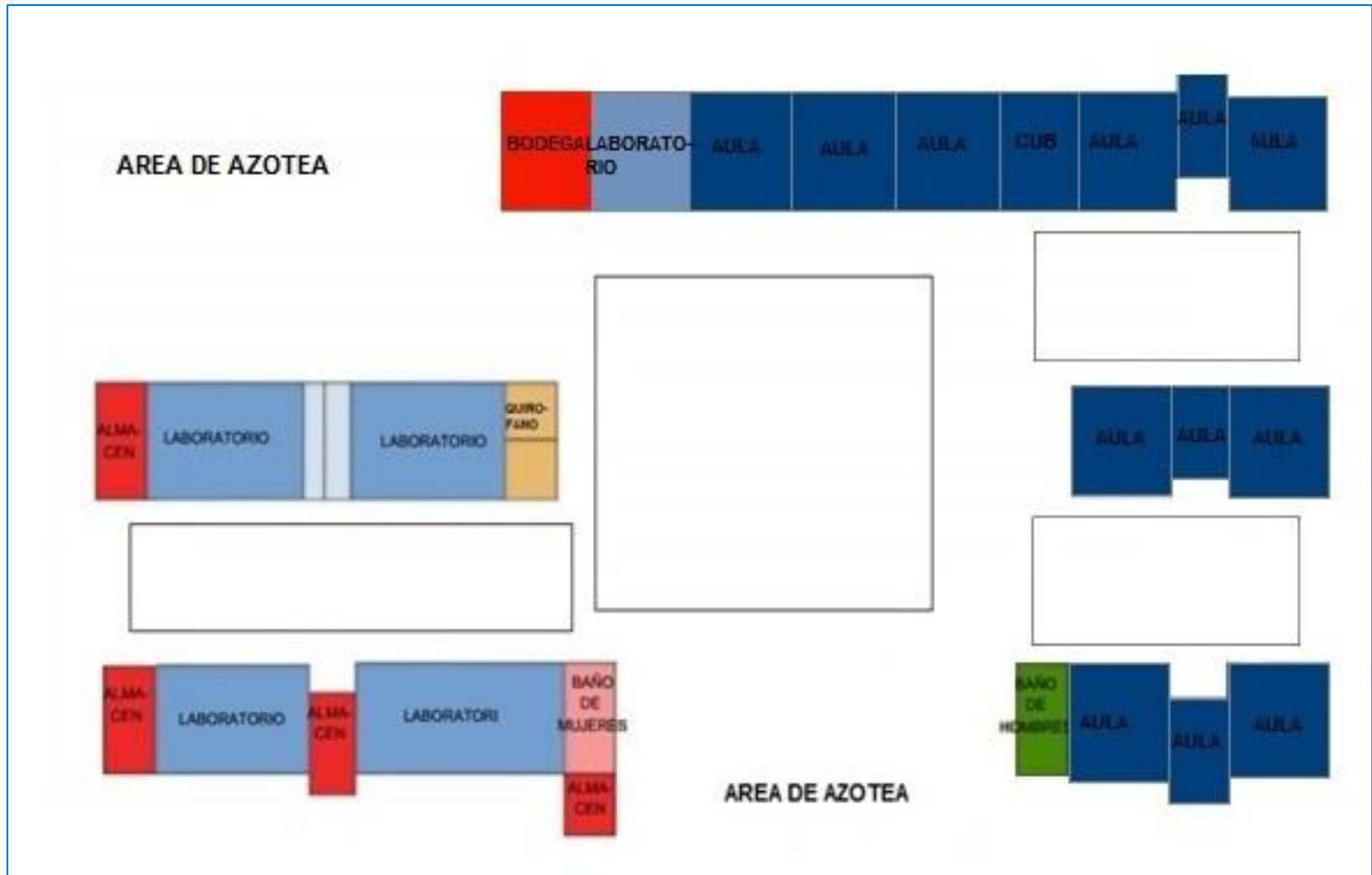


Figura 3. Planta Alta del edificio

Fuente: Elaboración propia tomando como referencia los archivos de la FCByA.

4.2 Diagnóstico de la situación en la que se manejan los Residuos Sólidos Institucionales (RSI) en el campus.

Para llevar a cabo la descripción de cómo son manejados los residuos en la FCByA se realizó un recorrido por las instalaciones que conforman el campus, para verificar en campo la infraestructura que se obtuvo mediante fuentes documentadas proporcionadas por la dirección de la facultad se visitó el almacén temporal de residuos sólidos institucionales, durante este mismo recorrido se ejecutó una entrevista al responsable del personal de intendencia para obtener información sobre el manejo y disposición de los residuos sólidos que se generan en la facultad.

Se tomaron fotografías de las instalaciones del edificio así como también del almacén en donde se disponen temporalmente los residuos.

4.3 Determinación de la cantidad total de los RSI

Para determinar la cantidad total de los RSI se utilizó: 1 báscula digital marca Fishhook scale de 50 kg con sensibilidad de 20 g, cubre bocas (cantidad necesaria), guantes y papelería (marcadores, lápiz, hojas cinta masking tape, etc.).

Nota: el material antes mencionado se utilizó también para realizar la caracterización de los RSI.

El procedimiento se efectuó semanalmente en el almacén donde se depositan los RSU temporalmente, y en el horario en el que el personal de intendencia había concluido su turno de trabajo.

Al encontrarse los residuos contenidos en bolsas negras de plástico, se colocaron en la báscula y se anotó el peso de cada bolsa con residuos, para obtener el total de residuos que se generan la facultad se sumaron estos pesos.

Al tener el resultado de los RSI que se generan durante cuatro meses se realizó una extrapolación (regla de tres) para determinar un valor aproximado de los RSI que se generan al año en la FCByA.

4.4 Caracterización de los RSI

Para llevar a cabo la caracterización de los RSI se utilizó: recogedores (cantidad suficiente), escobas (1 para cada persona que participe en el cuarteo), palas.

4.4.1 Método de cuarteo

Para proceder con la caracterización de los RSI se empezó por realizar el método de cuarteo propuesto por la Norma Mexicana NMX-AA-15-1985 de Protección al

ambiente, contaminación, residuos sólidos municipales, muestreo, método de cuarteo.

Durante la ejecución del cuarteo se pesó una muestra representativa de 100 kg (en los muestreos que se generaron más de 100kg) de residuos obtenidos de la recolección que hacen las personas de intendencia y que son llevados al almacén, dichos residuos se contenían en bolsas de plástico, la muestra de residuos se vació formando un montón sobre un área plana horizontal bajo techo, a continuación se traspaleo el montón de residuos con pala hasta homogeneizarlos, a continuación, el montón de RSI se dividió en cuatro partes aproximadamente iguales A, B, C y D y se eliminaron las partes opuestas (B y D o A y C), repitiendo esta operación hasta dejar un mínimo de 50 kg de residuos sólidos (Figura 4).

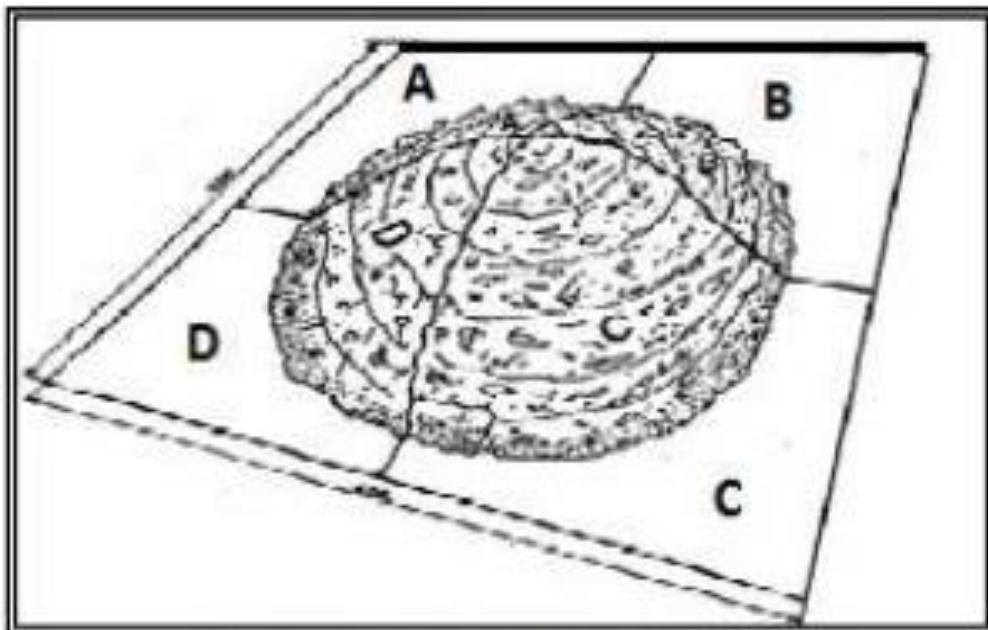


Figura 4. Método de cuarteo para Residuos Sólidos Urbanos.

Fuente: Taboada 2011

4.4.2 Peso volumétrico

Para estimar la cantidad en volumen de los residuos generados en el campus, se tomó como base la técnica de la Norma Mexicana NMX-AA-019-1985 de protección al ambiente, contaminación del suelo, residuos sólidos municipales, peso volumétrico “*in situ*” la cual especifica el método para determinar el peso volumétrico de los residuos sólidos. Para efectos de esta norma se utilizó el siguiente material: 2 tambos metálicos de forma cilíndrica, con capacidad de 200 litros, palas (1 para cada persona que participe en la actividad), guantes de carnaza (un par para cada participante de la actividad), escobas (1 para cada persona que participe en la actividad), recogedores (2), cubre bocas (1 para cada persona participante), tabla de apoyo para escritura, papelería (marcadores, lápiz, hojas cinta masking tape, etc.).

Para determinar el peso volumétrico “*in situ*”, se tomaron los residuos eliminados de la primera operación del cuarteo la cual se realizó según la norma mexicana NMX-AA-15-1985.

Al iniciar la determinación del peso volumétrico se verificó que el recipiente estuviera limpio y libre de abolladuras. A continuación se pesó el recipiente vacío tomando este peso como la tara del recipiente. Posteriormente se llenó el recipiente hasta el tope con residuos sólidos homogeneizados obtenidos de las partes eliminadas del primer cuarteo, se golpeó el recipiente contra el suelo tres veces dejándolo caer desde una altura de 10cm.

Para obtener el peso neto de los residuos se pesó el recipiente con el contenido y se restó el valor de la tara.

El peso volumétrico de los residuos se calculó mediante la siguiente fórmula.

$$Pv = \frac{p}{v}$$

En donde

Pv = Peso volumétrico del residuo sólido, en kg/m³

P = Peso de los residuos sólidos (peso bruto menos tara), en kg

V = Volumen del recipiente, en m³

Al tener el valor del peso volumétrico durante cuatro meses de muestreo, se calculó el peso volumétrico de los RSI que aproximadamente se generan en un día, una semana y un mes.

4.4.3 Cuantificación de subproductos

Con la muestra obtenida a partir del método de cuarteo se prosiguió a la cuantificación y selección de subproductos con el método propuesto por la NMX-AA-

022-1985 de protección al ambiente, contaminación del suelo, residuos sólidos municipales, selección y cuantificación de subproductos.

Se seleccionaron los subproductos depositándolos en bolsas de polietileno hasta agotarlos, como lo establece la Norma Mexicana NMX-AA-022 de 1985, a continuación los subproductos ya clasificados se pesaron por separado en la báscula y se anotó el resultado en la hoja de registro (Anexo II).

El porcentaje en peso de cada uno de los subproductos se calculó con la siguiente expresión:

$$PS = \frac{G_1}{G} \times 100$$

En donde:

PS = Porcentaje del subproducto considerado.

G₁ = Peso del subproducto considerado, en kg; descontando el peso de la bolsa empleada.

G = Peso total de la muestra (mínimo 50 kg).

Nota: El resultado obtenido al sumar los diferentes porcentajes, debe ser como mínimo el 98% del peso total de la muestra (G). En caso contrario, se debe repetir la determinación.

4.4 Propuesta de mejora

Una vez obtenidos los resultados del diagnóstico, así como de la cuantificación y caracterización de los RSI se prosiguió a realizar la propuesta de mejora en el sistema de manejo de los residuos, la propuesta contiene el marco legal que rige la gestión integral de los residuos sólidos institucionales, objetivos, metas, el diseño y la instrumentación de un programa de gestión integral de RSI, el mantenimiento y seguimiento del mismo, la evaluación y adecuación de dicho programa y un análisis FODA del programa de gestión integral de residuos, se realizó la revisión bibliográfica de artículos, manuales, planes de manejo, programas ambientales en otras instituciones y de los que ya tiene la Universidad.

V.- RESULTADOS

5.1 Diagnóstico del manejo de residuos en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.

El campus cuenta con un almacén temporal de los residuos sólidos Institucionales, la recolección de los residuos generados en aulas, oficinas, baños, auditorio, pasillos, biblioteca etc. se hace todos los días de lunes a viernes en un horario de 7 de la mañana a 3 de la tarde y, el personal de intendencia se encuentra distribuido por áreas, cada persona se encarga de llevar los residuos que recoge en su área al almacén temporal. Cabe mencionar que en la facultad, los días sábados toman clases los alumnos de posgrado y que el día sábado no son acopiados los residuos sino hasta el día lunes. Los residuos generados en la cafetería también son llevados al almacén temporal esta acción la realiza la persona que tiene la concesión del negocio. Por otra parte en la entrevista se indicó que en el campus no existe ningún programa de separación de residuos, la persona entrevistada expresó que en el pasado ya hubo la intención de separar los residuos pero no funcionó.

Fuentes generadoras de los residuos Institucionales

En la FCB y A los RSI que son llevados al almacén temporal provienen de las siguientes instalaciones:

- 1) Laboratorios
- 2) Oficinas administrativas y docentes
- 3) Salones
- 4) Pasillos
- 5) Sanitarios
- 6) Biblioteca
- 7) Auditorio
- 8) Jardines (en algunas ocasiones)
- 9) Cafetería

Almacenamiento temporal

El área en donde se disponen temporalmente los residuos se encuentra al noreste de las instalaciones del campus, aproximadamente a 40 m de los edificios de la facultad, el almacén cuenta con una superficie de 9.45 m², tiene techo de lámina y se encuentra cercado con malla ciclónica, cuenta con 7 contenedores (tambos metálicos

de 200 Litros) donde son depositadas las bolsas que contienen los residuos que se generan en los edificios de la facultad, en el almacén también se observó que el piso de concreto con el que cuenta está a ras del suelo y debido a las lluvias el agua arrastra una gran cantidad de lodo, haciendo el acceso incómodo y peligroso, por otra parte existe un espacio entre el suelo y la malla que rodea dicho almacén lo cual provoca que la fauna doméstica que se encuentran cerca de la facultad entre y dispersen los residuos en el almacén y áreas contiguas a este.

Disposición final

Para la disposición final de los RSU la facultad cuenta con el apoyo del servicio de limpia pública del municipio de Tuxpan, el camión de limpia pública pasa dos veces por semana, los días Martes y Viernes, el personal de intendencia no lleva ningún registro sobre los RSU que son generados en la facultad y posteriormente son entregados a las personas de limpia pública. Los residuos de jardinería que se generan son acumulados en un sitio cerca del almacén temporal de residuos por el jardinero, una parte se usa para hacer una pequeña composta y el resto se sigue acumulando hasta que se tiene una cantidad suficiente y se contrata un camión de volteo para que sean trasladados a un sitio de disposición final.

5.2 Determinación de la cantidad total de los RSI

A continuación se muestra el Cuadro 2 en el cual se observa que durante 4 meses de muestreo, la cantidad total de residuos generados fue de 2,549.89 kg, se estima que en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, en promedio se generan 159.4 kg semanalmente y durante un año es posible que puedan generarse aproximadamente 7,649.67 kg de residuos sólidos y los cuales son llevados al relleno sanitario del municipio de Tuxpan, Veracruz.

Cuadro 2. Cuantificación total de residuos almacenados temporalmente.

MES	SEMANA 1 (kg)	SEMANA 2 (kg)	SEMANA 3 (kg)	SEMANA 4 (kg)	CUANTIFICACIÓN TOTAL DE RESIDUOS (kg)
Agosto	42.61	86	83.99	179.71	392.31
Septiembre	212.49	110.19	228.7	194.19	745.57
Octubre	214.63	134.87	176.44	191.5	717.43
Noviembre	184.7	192.4	160.9	156.58	694.58
TOTAL			2,549.89 kg		

5.3 Caracterización de los Residuos Sólidos Institucionales

5.3.1 Peso volumétrico

Los resultados obtenidos durante el muestreo determinan que en el mes de septiembre se registró el peso volumétrico más alto de residuos, seguido del mes de octubre, noviembre y por último el mes de agosto. Se realizó un cálculo para estimar el peso volumétrico total de los muestreos de RSI que se generan al día en la FCByA (5,201.18 kg/ m³), al tener este dato se puede conocer que en promedio al mes se generan 1,300.3 kg/ m³ y a la semana 81.3 kg/m³, posteriormente este promedio del peso volumétrico total se dividió entre los días que se generaron dichos residuos (112 días) y finalmente se obtuvo que en la facultad aproximadamente se generan 46.44 kg/ m³ al día. En el Cuadro 3 se muestran los resultados del peso volumétrico obtenido semanalmente.

Cuadro 3. Resultados de la determinación de peso volumétrico

MES	SEMANA 1 (kg/m ³)	SEMANA 2 (kg/m ³)	SEMANA 3 (kg/m ³)	SEMANA 4 (kg/m ³)	PESO VOLUMETRICO TOTAL (kg/m ³)
Agosto	102.25	193.23	215	325	835.48
Septiembre	469	500	240	490	1,699
Octubre	442	436	399	368	1,645
Noviembre	245	265	266.75	245	1,021.70

5.3.2 Cuantificación de subproductos

A continuación se muestra el cuadro 4 en el cual se observa la clasificación de subproductos realizada en el estudio y el porcentaje que representa cada subproducto en cuanto a la generación, los valores en el cuadro ayuda a determinar el porcentaje total (72.5 %) que representan los residuos que podrían aprovecharse (plásticos, papel y cartón, residuos orgánicos, vidrio, metal y envases tetra pack) si se realiza una separación, para posteriormente entregarlos en un centro de acopio y finalmente reciclarlos o bien aprovecharlos en las mismas instalaciones de la facultad.

Cuadro 4. Clasificación de subproductos y el porcentaje que representan de acuerdo con la generación.

Subproducto	Porcentaje de generación
Plásticos	17.6 %
Papel y cartón	15.7%
Sanitarios	14.8%
Orgánicos	14.1%
Vidrio	10.4%
Metal	8.9%
Unicel	6.5%
Tetra pack	5.8%
otros	6.2%

Listado de la selección y cuantificación de subproductos según la NMX-AA-022-1985.

Como resultado de la caracterización de RSI en la figura 5 se muestran los valores que se obtuvieron durante la cuantificación de subproductos del mes de agosto, como se puede observar los tres subproductos con los porcentajes más altos son los plásticos (23.1%), los residuos orgánicos (16.9%) y los residuos sanitarios (15.9%).

CARACTERIZACIÓN DE LOS RSI PARA EL MES DE AGOSTO

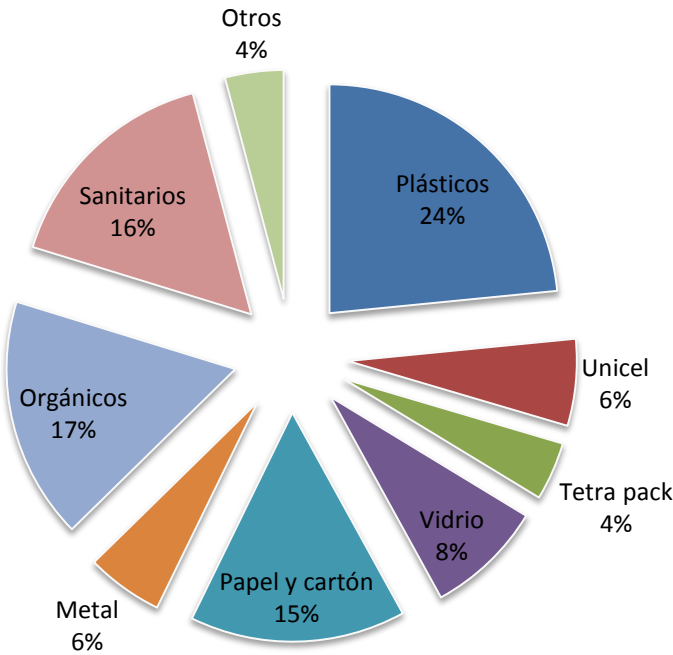


Figura 5. Cuantificación y selección de subproductos del mes de agosto.

La figura 6 muestra que durante el mes de septiembre los tres residuos con mayor valor porcentual son los plásticos (17%), el papel y cartón (15.8%) y los residuos sanitarios (13%).

CARACTERIZACIÓN DE LOS RSI PARA EL MES DE SEPTIEMBRE

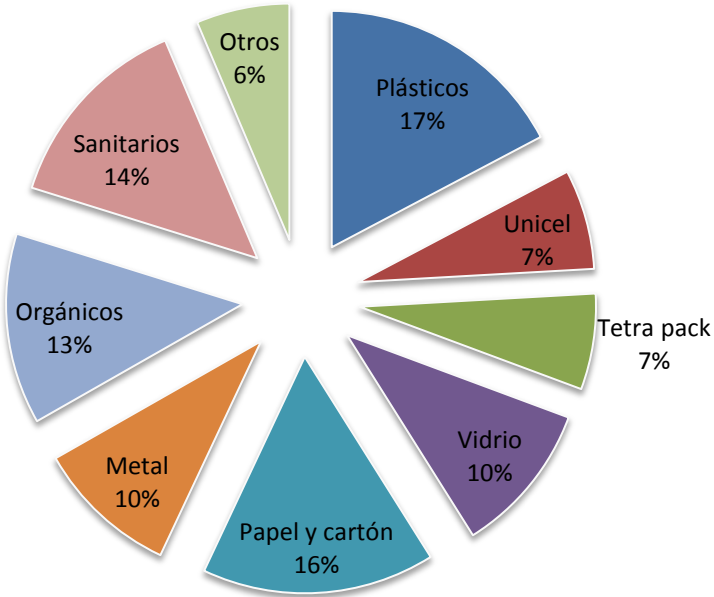


Figura 6. Cuantificación y selección de subproductos del mes de septiembre

Para el mes de octubre en la figura 7 se observa que los residuos que mayor porcentaje tuvieron son el papel y cartón (16%), residuos sanitarios (14.8%) y los plásticos (14.6%).

CARACTERIZACIÓN DE LOS RSI PARA EL MES DE OCTUBRE

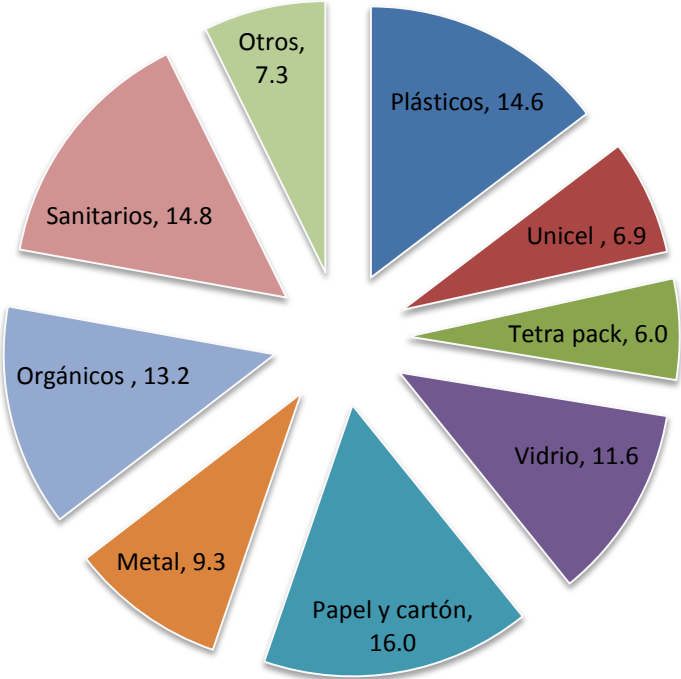


Figura 7. Cuantificación y selección de subproductos del mes de octubre

En la figura 8 se muestran los resultados de la cuantificación de subproductos que se obtuvieron durante el mes de noviembre, se observa que los tres residuos que presentan el valor más alto en cuanto al porcentaje son los plásticos (17.8%), los residuos sanitarios (15%) y el papel y cartón (15).

CARACTERIZACIÓN DE LOS RSI PARA EL MES DE NOVIEMBRE

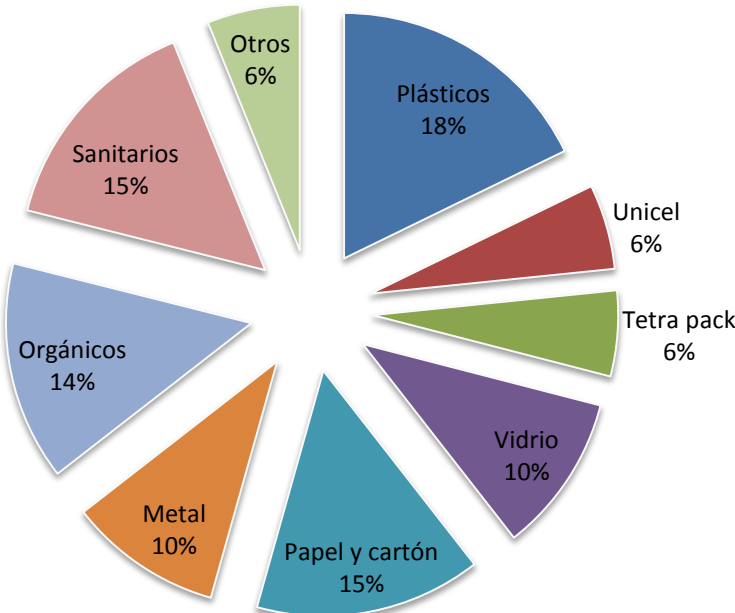


Figura 8. Cuantificación y selección de subproductos del mes de noviembre.

De acuerdo con la figura 9, se observa el comportamiento que tuvieron cada uno de los subproductos durante el periodo de muestreo, los plásticos son el residuo mayormente generado en la Facultad , seguido por el papel y cartón, posteriormente los residuos sanitarios, enseguida están los residuos orgánicos (residuos de jardinería y restos alimenticios), los residuos de vidrio y metal, se encuentran en menor cantidad y finalmente el unicel, la categoría de otros (residuos que se encuentran mezclados o en ocasiones su peso fue menor a 300 g) y tetra pack.

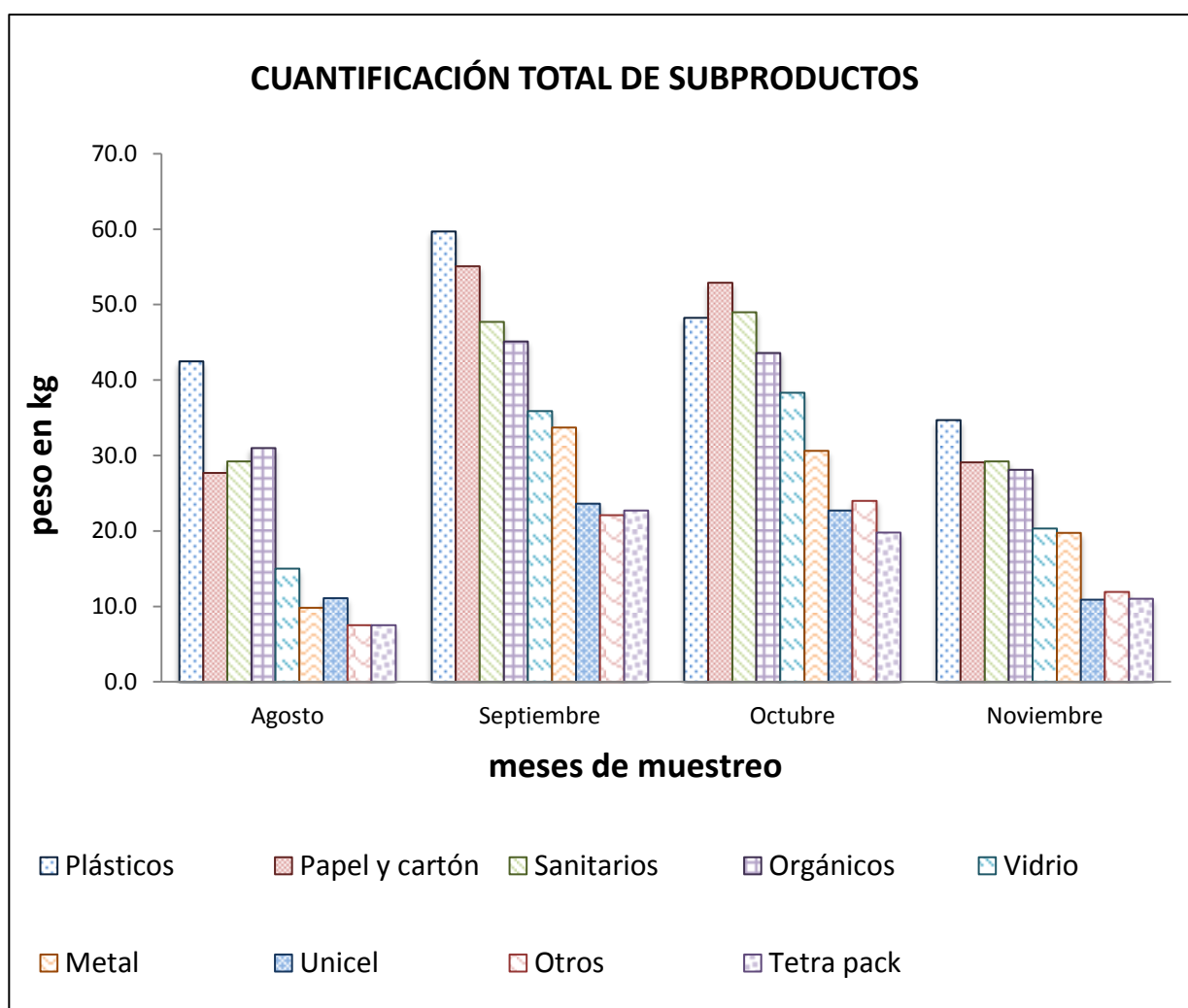


Figura 9. Resultado del peso en kg de los subproductos obtenidos en cada mes de muestreo.

Los residuos sólidos aprovechables son aquellos que al ser separados y clasificados son susceptibles a reutilizarse o reciclarse, la figura 10 muestra el comportamiento de los residuos aprovechables en cuanto a su generación a través de los cuatro meses de muestreo, se observa que durante el mes de agosto, septiembre y noviembre los residuos plásticos presentan los pesos mayores con un promedio de 47.3 kg durante los cuatro meses, posteriormente siguen el papel y el cartón con los valores más altos durante los meses de septiembre y octubre, con un promedio de 42.6 kg, por último se encuentran los residuos orgánicos con un promedio de 37.5 kg y los valores más altos durante los meses de septiembre y octubre.

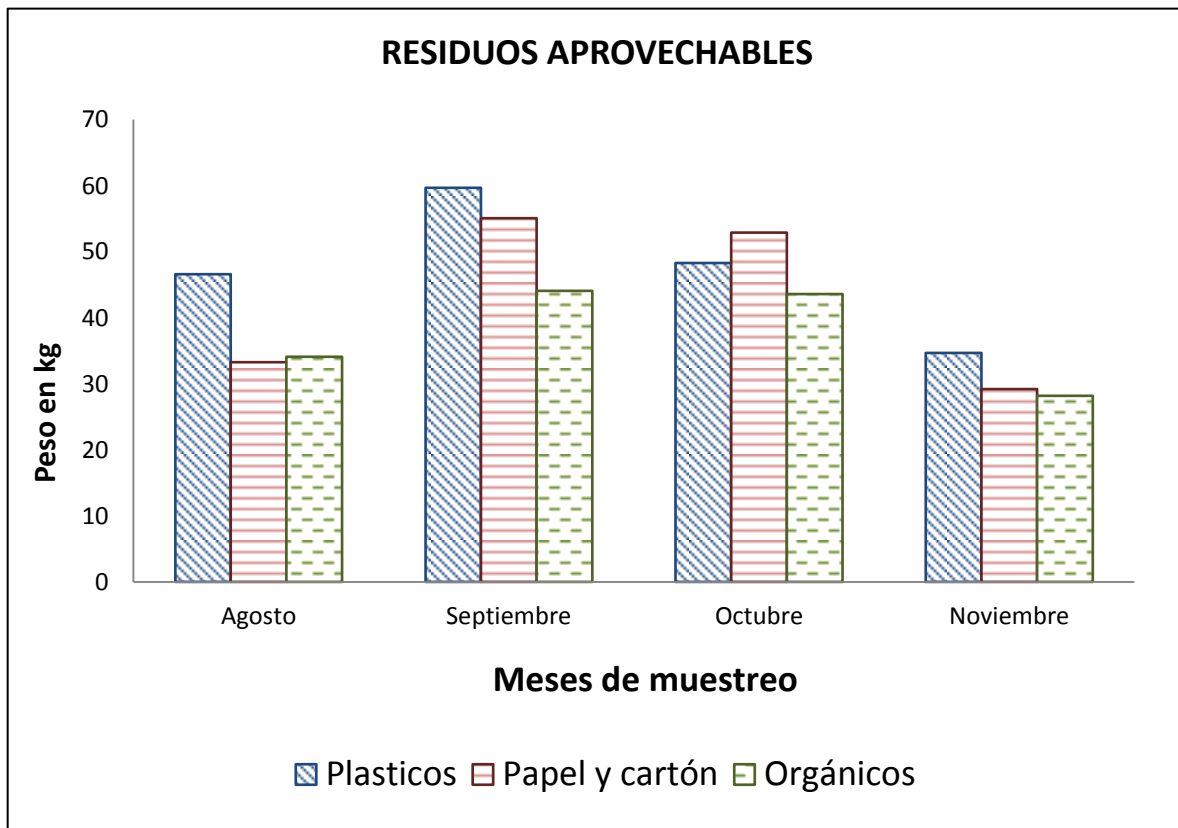


Figura 10. Comportamiento de los residuos aprovechables durante los meses de muestreo.

A continuación se describe la propuesta para llevar a cabo la gestión integral de residuos sólidos institucionales que se generan en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Región Poza Rica-Tuxpan de la Universidad Veracruzana, esto con base en los resultados descritos anteriormente y como cumplimiento de uno de los objetivos de este estudio.

En la propuesta se puntualiza la creación de un grupo o equipo de trabajo; quienes se encargaran de verificar que se lleven a cabo actividades de concientización, capacitación, participación y educación ambiental, también se encuentran plasmadas las acciones que deben aplicarse para llevar a cabo la separación de los residuos que son susceptibles a ser reciclados y valorizados, se describe también como debe ser el almacenamiento de los residuos que se pretende separar, también se encuentra información sobre el marco legal que rige el manejo adecuado de los RSU pero que para efectos de este estudio se utilizó el termino RSI .

5.4 Propuesta de mejora para el manejo adecuado de residuos sólidos en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias campus Tuxpan.

Introducción

Las escuelas son, en general, grandes generadores de residuos porque producen cantidades considerables de desechos que si no se manejan de forma adecuada terminarán en los tiraderos o rellenos sanitarios ocupando una gran cantidad de espacio y provocando el deterioro ambiental de la localidad (Servín, 2013). Las actividades que se realizan en las instituciones de educación superior son muy diversas entre ellas están, la docencia, investigación, operación de laboratorios, mantenimiento de jardines, preparación y consumo de alimentos, operación de oficinas administrativas, conferencias, mantenimiento y construcción de instalaciones. Todas estas actividades generan diferentes tipos de residuos que deben manejarse, transportarse y disponerse (Quintero, 2011).

El manejo adecuado de los residuos sólidos debe traer beneficios ambientales, sociales y económicos para que tenga aceptación en una sociedad, esto se puede lograr mediante la participación activa de los estudiantes, académicos y todo personal que labora en la Facultad, para que el manejo de los residuos pueda ser llevado a cabo con éxito es necesario implementar acciones encaminadas a la reducción, el reúso, el reciclaje, compostaje etc., el punto clave no es cuantas

opciones de manejo se utilicen, o si se aplican todas al mismo tiempo, si no que sean parte de una estrategia que responda a las necesidades y contextos locales o regionales (Armijo *et al*, 2011).Entendemos por manejo adecuado de los residuos la adopción de los pasos prácticos necesarios para asegurar que no se provoquen efectos adversos en la salud humana o en el ambiente (Quintero, 2011),

Las universidades se desempeñan bajo la obligación moral y ética de actuar responsablemente hacia el medio ambiente y hacia la sociedad. Esto debería imponer una doble preocupación por el manejo adecuado de sus residuos (Figura 11).

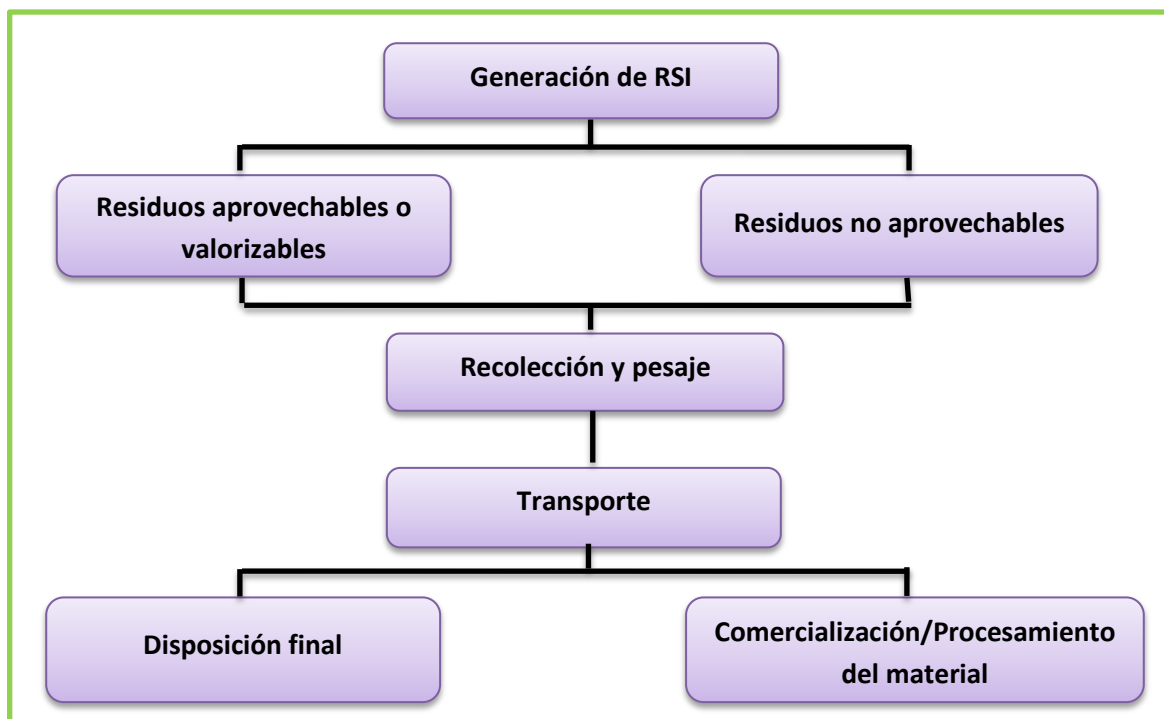


Figura 11. Modelo de gestión integral de Residuos Sólidos en la Institución

Fuente: Elaboración propia tomando como referencia el trabajo Gestión integral de los residuos sólidos en la institución. Página web: <http://www.cca.org.mx>

Realizar la gestión integral de los residuos ayuda a ser un modelo a seguir por otras instituciones así como por la sociedad en general. El presente trabajo describe la propuesta para el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos que se generan en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, campus Tuxpan de la Universidad Veracruzana.

Objetivo general de la propuesta de mejora

Desarrollar acciones de educación ambiental en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias región Poza Rica-Tuxpan, que promuevan el manejo integral de los residuos sólidos institucionales.

Objetivos específicos de la propuesta de mejora

1. Formación del equipo de trabajo encargado del programa de manejo integral de los residuos sólidos institucionales.
2. Concientizar a la comunidad universitaria sobre la problemática que existe debido al manejo inadecuado de los residuos.
3. Fomentar en la comunidad universitaria acciones de separación, reutilización y valorización de los residuos sólidos, con el fin de llevar a cabo un manejo adecuado.
4. Disminuir la cantidad de residuos sólidos que se disponen en el camión de limpia pública.

5. Cumplir con la legislación aplicable en materia de residuos sólidos urbanos.

Metas

- Al término de un semestre, la Facultad debe contar con un equipo de trabajo para llevar a cabo el manejo integral de los residuos sólidos institucionales.
- Al cabo de un año de iniciar las actividades de gestión integral de los residuos, la comunidad educativa conocerá la importancia del manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos.
- En el primer año de la gestión integral de los residuos se debe demostrar que se disminuyó la cantidad de residuos entregados al camión de limpia pública.

Marco legal

Al llevar a cabo un sistema de gestión integral de los residuos se deben tomar en cuenta las leyes y reglamentos federales, estatales y municipales que rigen dichas acciones de gestión integral de los residuos sólidos, a continuación se enlistan el marco legal que es aplicable para el manejo adecuado de los residuos sólidos institucionales (Cuadro 5).

Cuadro 5. Legislación ambiental mexicana, aplicable a la Gestión Integral de los Residuos sólidos Institucionales de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, región Poza-Rica Tuxpan, de la Universidad Veracruzana.

<p>Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos</p>	<p>Artículo 4. Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.</p>
<p>Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente (LGEEPA)</p>	<p>Artículo 134. Para la prevención y control de la contaminación del suelo se consideran los siguientes criterios: III Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos municipales e industriales: Incorporar técnicas y procedimientos para reúso y reciclaje, así como su manejo y disposición final eficientes.</p>
<p>Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)</p>	<p>Artículo 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.</p>
<p>Ley N° 847 de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado</p>	<p>Artículo 20. Los generadores de residuos sólidos urbanos y de manejo especial y quienes brinden servicios que involucren este tipo de residuos están obligados a:</p> <ul style="list-style-type: none"> I. Procurar la reducción en el consumo de productos que eventualmente generen residuos sólidos urbanos y de manejo especial; II. Informarse y aplicar las diversas posibilidades en cuanto a reutilización, reciclado y biodegradación de los residuos generados; III. Informarse y aplicar las medidas y prácticas de manejo que les ayuden a prevenir o reducir riesgos a la salud, el ambiente o los bienes al desechar residuos; IV. Realizar o destinar los residuos a actividades de separación, reutilización, reciclado o composta, con el fin de reducir la cantidad de residuos generados; V. Entregar a los servicios de limpia, en los días y horas señalados, los residuos que no sean sometidos a reutilización, reciclado o composta; VI. Contar con un espacio destinado exclusivamente al acopio y almacenamiento de residuos sólidos urbanos, en condiciones seguras y ambientalmente adecuadas, cuando se trate de unidades habitacionales y de otros macro generadores de los mismos.
<p>Ley N° 62. Estatal de Protección ambiental</p>	<p>Artículo 173. En el manejo y disposición de los residuos sólidos no peligrosos se deberá prevenir:</p> <ul style="list-style-type: none"> I.- La contaminación del suelo y del ambiente en general.
<p>Reglamento Municipal de Protección al Ambiente y la Preservación Ecológica</p>	<p>Artículo 62. La persona física o moral, pública o privada, que genere, almacene, recolecte, aproveche y disponga de residuos sólidos no peligrosos, deberá ajustarse a las normas y disposiciones que fije el presente Reglamento</p> <p>Artículo 115. Es obligación de las personas físicas y morales que realicen la separación de basura en residuos orgánicos e inorgánicos y llevar a los centros de acopio para su disposición, o en su caso, entregarla a los servicios que se dispongan para ello en su domicilio.</p>

Fuente: Elaboración propia

Gestión de Residuos sólidos institucionales

Para que se lleve a cabo la planeación del manejo integral de los residuos lo primero que se debe hacer es una caracterización de éstos, por lo que, de acuerdo con los resultados obtenidos durante el diagnóstico de los Residuos Sólidos Institucionales (RSI) que se generan en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, se determinó que existen 3 tipos de residuos que pueden ser aprovechables (residuos plásticos, papel y cartón y residuos orgánicos).

Para alcanzar los objetivos planteados en la propuesta para el manejo integral de los residuos ésta se dividirá en 3 etapas: A) Diseño e Instrumentación; B) Mantenimiento y seguimiento y C) Evaluación y Adecuación

1. Diseño e Instrumentación

Para iniciar con el programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos Institucionales las autoridades de la Facultad deben tomar la decisión y el compromiso para poner en marcha dicho programa, la participación de las autoridades es de suma importancia en las actividades que se lleven a cabo en el programa.

Para que un programa de gestión integral de residuos funciones es necesario empezar con la designación de un coordinador y la creación de un grupo de

personas (equipo de trabajo) que tengan el interés de coordinar y llevar a cabo actividades para el manejo integral de los residuos generados en la institución.

Coordinador: Deberá designarse por las autoridades de la Facultad, se sugiere que el coordinador sea una persona que tenga conocimiento en el tema que se encargará de desarrollar las distintas acciones que se establezcan en el programa, Coordinará al equipo de trabajo, reportara los avances de dicho programa y es quien aclarará las dudas relacionadas con el programa

Sin la figura del coordinador será difícil saber a quién dirigirse cuando surja alguna duda o problema relacionado con el manejo adecuado de los residuos.

Equipo de trabajo: Invitar a los alumnos y académicos de las licenciaturas (Agronegocios internacionales, Biología, Biología marina, Ingeniería en Agronomía, Medicina Veterinaria y Zootecnia) que forman parte de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias para participar en el programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos Institucionales (RSI), de esta manera se integrará el equipo de trabajo con los alumnos voluntarios que tengan el interés en formar parte de dicho programa. En caso de que la gestión de los residuos no sea un interés de la comunidad, es recomendable buscar algún interés común del que se pueda partir y que en un futuro lleve a la gestión adecuada de los RSI.

Este equipo de trabajo estará bien organizado y educado en los aspectos ambientales esto con el fin de promover e inculcar en la comunidad universitaria los

objetivos que se pretenden alcanzar al implementar el programa de gestión de RSI y vigilara el funcionamiento del programa.

1.1. Educación y Concientización

La educación ambiental y concientización son acciones que se deben llevar a cabo permanentemente pues se busca generar una conciencia del impacto del manejo tradicional de los residuos.

En esta fase los promotores o el equipo de trabajo y el personal de intendencia (personal mayormente involucrado con el manejo de residuos) son los primeros que recibirán una capacitación sobre la problemática que existe debido al manejo inadecuado de los residuos, en que consiste la gestión integral de los residuos, los beneficios que se obtienen al manejar adecuadamente los residuos etc., la Universidad Veracruzana (UV) cuenta con una guía metodológica que muestra la forma y aplicación del Programa Institucional de Manejo de Residuos Sólidos Universitarios (RESU) para los diferentes campus de la UV, para la capacitación, concientización y sensibilización tanto de los promotores, académicos, personal administrativo y la comunidad universitaria en general se pueden tomar en cuenta las actividades que se describen en dicha guía.

Cuando el coordinador considere que su equipo de trabajo se encuentra capacitado, se prosigue a concientizar y educar al resto de la comunidad universitaria, esto con el

apoyo de los promotores realizando pláticas educativas orientadas al manejo de los residuos, actividades recreativas, concursos que incentiven la participación.

1.2. Manejo de los residuos (con previa instalación del equipamiento necesario)

Al mismo tiempo que se está capacitando a la comunidad universitaria se debe llevar a cabo el manejo adecuado de los residuos, a continuación se enlistan las fuentes de generación de residuos sólidos institucionales de la Facultad:

- | | |
|-----------------------------|---------------|
| 1) Laboratorios | 7) Sanitarios |
| 2) Oficinas administrativas | 8) Clínica |
| 3) Cubículos de docentes | 9) Biblioteca |
| 4) Salones | 10) Auditorio |
| 5) Pasillos | 11) Cancha |
| 6) Cafetería | |

Primera etapa: En esta fase se propone iniciar con la separación de los RSI en las áreas abiertas de la Facultad (todos pasillos de la planta baja, cancha, cafetería y acceso), la separación de residuos se realizará de acuerdo con los residuos aprovechables que se generan en mayor cantidad (con base en los resultados del diagnóstico realizado en este mismo trabajo) y lo sugerido en la guía institucional para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos en las entidades académicas de la Universidad Veracruzana y en el RESU

Segunda etapa: separación de los residuos generados en los pasillos de la planta alta, oficinas administrativas y académicas así como la recuperación de papel de desecho en oficinas.

Tercera etapa: prueba piloto para el tratamiento de los residuos orgánicos, tanto los de la cafetería como los de poda de los jardines de la Facultad. Dicha prueba consiste en realizar una composta (Anexo 4) con los residuos orgánicos que se generan en la Facultad, esta actividad puede ser realizada por los mismos alumnos de la facultad, como reforzamiento a sus conocimientos o como práctica de alguna materia.

1.2.1. Clasificación desde la fuente de generación:

La separación de los residuos desde la fuente de origen, es una regla básica cuando se desea que los RSI sean valorizados para su disposición final, la idea es que no se mezclen entre sí, para evitar su contaminación y la pérdida de valor al disponer finalmente de ellos. Cabe mencionar que si los residuos son separados desde la fuente éstos pueden ser aprovechados en un 85% (Ramírez, 2010).

Deberán colocarse contenedores adecuados a cada tipo de residuo identificado clara y atractivamente (con colores distintivos y etiqueta colocada a una altura cómoda para el usuario). Se sugiere empezar con una clasificación con 5 contenedores y

posteriormente se pueden agregar más contenedores según como lo consideren los involucrados en el programa (Cuadro 6).

Cuadro 6. Clasificación y código de colores a separar.

Nombre de la categoría	Tipos de residuos que la componen	Código de color
Orgánicos	Cáscaras de frutas y vegetales , bolsas de té, filtros de café y tierra, residuos de comida etc.	Verde
Papel y cartón	Cajas de cartón, hojas de papel, cuadernos, libros, periódico, empaques de cartón, cartulina, folders, revistas.	Amarillo
Plásticos	<p>PET. Envases para alimentos y bebidas tales como: refrescos y agua, algunos vasos y platos desechables.</p> <p>PEAD o HDPE. Envases para alimentos y bebidas tales como: productos lácteos (yogurt, nieve, crema), aceite. Tapaderas de refrescos y agua. Envases para detergentes, jabones líquidos, cloro, medicinas, bolsas para supermercados,</p> <p>PVC. Tubería para: agua y drenaje. Artículos como: cubierta para alambres, puertas, mangueras y cables. Algunos envases transparentes para detergentes.</p> <p>PDBD o LDPE. Bolsa de todo tipo: supermercados, autoservicios, boutiques, bolsas para suero, contenedores herméticos domésticos, tubos y recipientes, tuberías para riego.</p> <p>PP. Envases para combustible y alimentos que requieren resistencia a alta temperatura o baja temperatura como: envases para margarina, helados y algunos productos que se preparan en el horno de microondas. También en algunas fibras para tapicería.</p>	Azul
Otros reciclables	Metal, vidrio, tetra pack.	Naranja
Sanitarios	Pañales, toallas sanitarias, papel o servilletas usadas y en general productos similares no peligrosos.	Rojo

Fuente: Elaboración propia tomando como referencia la Guía para la Implementación de proyectos de separación de residuos sólidos urbanos, 2012 y la Guía para la gestión integral de residuos sólidos urbanos en las dependencias y entidades académicas de la Universidad Veracruzana, 2012

Se sabe que la recolección de los residuos en la Facultad es realizada por el personal de intendencia, por lo cual se determina que no es necesario cambiar los horarios que ya se tienen y tampoco la forma en que se encuentra organizado el personal, por otra parte es de suma importancia que el personal se encuentre capacitado adecuadamente para un mayor funcionamiento del programa, el personal de intendencia, será quien lleve los residuos ya separados al almacén temporal.

Para realizar la recolección es necesario recordar al personal de intendencia que los residuos no deben mezclarse por ninguna razón por lo que se les debe entregar bolsas o arpillas de colores para su transporte al almacén temporal.

1.2.3 Almacenamiento temporal:

Los residuos deben permanecer separados en lo que se les da el aprovechamiento, es preferente que el espacio tenga áreas designadas para cada tipo de residuos. (SEDESOL, 2009), la zona de almacenamiento debe cumplir con ciertas características que permitan un almacenamiento adecuado de los residuos y faciliten las labores de recolección, tales como:

- El lugar deberá estar cubierto para evitar que la lluvia o el sol afecten los residuos almacenados.
- Los recipientes se colocarán a una distancia de 20 cm sobre el nivel del piso.
- El lugar deberá ser inaccesible a animales domésticos y fauna nociva.
- No deberá haber cosas en desorden o materiales que no estén destinados al servicio de recolección.

No es necesario que los residuos orgánicos pasen por este almacén, pueden ser llevados a lugar de composta, si es que se desea realizar una. Los recipientes utilizados para el almacenamiento temporal tienen diversas ventajas y desventajas, por lo que debe optarse por el uso de los más apropiados para manejo adecuado de los residuos (Cuadro 7).

Cuadro 7. Características de los recipientes para el almacenamiento temporal de residuos sólidos urbanos.

Tipo de recipiente	Ventajas	Desventajas
Caja de cartón	<ul style="list-style-type: none"> • Económica. • Poco peso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil de deteriorarse, se destruye fácilmente por la humedad de los residuos sólidos. • Fácil manejo. • Fácil acceso a fauna nociva. • Inflamable.
Caja de madera	<ul style="list-style-type: none"> • Económica. • Estructura más o menos sólida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil de deteriorarse. • Provoca accidentes al personal de recolección. • Facilidad para que los residuos se conserven. • Difícil manejo. • Fácil acceso a fauna nociva. • Inflamable. • Volumen inadecuado.

Bote de lámina	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil manejo. • Mantiene condiciones sanitarias. • Estructura sólida. • Difícil acceso a fauna nociva. 	<ul style="list-style-type: none"> • Con el uso se deterioran. • Provocan cortaduras cuando están deteriorados. • Fácil de oxidarse.
Bote de plástico con tapa	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil manejo. • Mantiene condiciones sanitarias, disminuye ruido, son de peso ligero. • Difícil acceso a fauna nociva. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura no muy sólida.
Bolsa de papel	<ul style="list-style-type: none"> • Económica. • Poco peso. • Reduce el tiempo de recolección. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se rompen fácilmente. • Se perforan con facilidad con materiales punzocortantes contenidos en los residuos. • Se destruyen fácilmente por la humedad de los residuos. • Inflamable. • Fácil acceso a fauna nociva.
Bolsa de plástico	<ul style="list-style-type: none"> • Económica, fácil manejo, disminuye el tiempo de recolección. • Mantiene condiciones sanitarias, tienen peso ligero, disminuye el ruido. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se perforan con facilidad por materiales punzocortantes. • Inflamable. • Volumen inadecuado. • Fácil acceso a la fauna nociva. • Retarda el proceso de descomposición de los residuos en los rellenos.

Fuente. SEDESOL (2009). Manual Técnico sobre Generación, Recolección y Transferencia de Residuos Sólidos Municipales. México.

1.2.4. Aprovechamiento:

Los residuos que puedan tener un uso para la misma comunidad estudiantil (tales como la reutilización de algunos materiales o el compostaje de los orgánicos) o la disposición final de aquellos residuos que no puedan ser aprovechados por la unidad

de trabajo. Para realizar un compostaje adecuado de los residuos orgánicos generados, el presente trabajo describe un método propuesto por la SEMARNAT, 2004 (ver anexo 4). Se sugiere que el destino final de los residuos clasificados sea la venta a empresas de acopio y reciclaje de residuos, manteniendo un registro de la cantidad de residuos acumulados, transferidos y vendidos para una transparencia del programa; para esto se recomienda asignar un responsable fijo o rotatorio. Los residuos que no vayan a ser aprovechados, cuyo volumen habrá disminuido con este programa, podrán ser transferidos al vehículo recolector de la unidad de trabajo.

1.2.4.1. Residuos aprovechables

Papel y cartón

Estos materiales son reciclables siempre y cuando no contengan otro tipo de materiales como, plásticos, ceras, gomas o grasas. Se pueden acopiar cualquiera de los siguientes productos para su posterior reciclaje: periódico, revistas y libros, libretas y cuadernos, hojas de carpeta, papel generado en las oficinas, catálogos, directorios telefónicos, bolsas y papel de estraza, cajas de cartón (Cortinas, 2012).

El papel periódico y de otro tipo y el cartón aplastado pueden acopiarse en paquetes manejables amarrados (Figura 12).



Figura. 12. Paquete de papel y cartón amarrado.








Plásticos

Para recuperar el plástico se recomienda:

- Clasificar y separar los plásticos por número (Cuadro 8).
- Que se encuentren completamente vacíos, enjuagarlos si es necesario.
- Retirar la tapa, etiquetas y cualquier otro material que no sea de plástico.
- Reducir su volumen aplastándolos.

Los plásticos que no se pueden reciclar o que se requiere confirmar que existen compradores para ellos o se pueden utilizar artesanalmente, son: las bolsas de frituras, botanas y dulces, plumas y discos, nieve seca y unigel, productos que contengan objetos que no sean plástico, radiografías, platos y vasos desechables (Cortinas, 2012).

Cuadro 8. Clasificación de residuos plásticos de acuerdo con su código.

CÓDIGO DE RECICLADO DE PLÁSTICOS		
	Códigos	Uso común
	PET (Poli Etilen Tereftalato).	Envases transparentes, delgados, resistentes, de color natural, verde, azul, etc., usados principalmente para envasar refrescos, agua purificada, aceite comestible, alimentos y productos de limpieza.
	PEAD o HDPE (Poli etileno de alta densidad)	Envases opacos, gruesos, rígidos, de diversos colores, usados para envasar leche, cloro, limpiadores, entre otros producto
	PVC (Poli cloruro de vinilo)	Envases transparentes con asa, mangueras para jardín, muñecos, tapetes, pisos, entre otros.
	PEBD (Poli etileno de baja densidad)	Bolsas y películas transparentes o pigmentadas, forros de libros y algunos envases.
	PP (Poli propileno)	Envases opacos usados para alimentos en refrigeración, bolsas y películas ligeras que producen ruido al frotarse
	PS (Poli estireno)	a) Cristal. Envases opacos o transparentes de alimentos, vasos desechables. b) Expandido. Unicel o nieve seca para la fabricación de vasos, hieleras, etcétera.
	Otros (plásticos no determinados)	A menudo policarbonatos, biberones, botellas de bebidas deportivas, envases de productos electrónicos.

Fuente: Elaboración propia tomando como referencia el Manual de manejo adecuado de residuos sólidos, escuela limpia en el distrito federal, 2004.

Aluminio

Para reconocer el aluminio en el caso de las latas, solo basta con presionar levemente con la mano e inmediatamente pierde su forma original. Tenga cuidado si

la lata contiene aerosoles, no se debe aplastar porque puede explotar, otra forma de reconocer el aluminio es si al acercarle un imán este no se pega. Al separar el aluminio es recomendable (Cortinas, 2012):

- Enjuagar y retirar los residuos de alimentos de las latas para evitar que los malos olores atraigan fauna nociva.
- Reducir el volumen de las latas aplastándolas por los extremos.
- Para otros objetos, se deberán quitar las asas o cualquier otro material que sea de otro material.

Vidrio

La mayor parte del vidrio contenido en los residuos es de botellas (90%) u otros recipientes. Después de triturado y separado por colores (blanco, verde y ámbar), casi todo el vidrio se utiliza para producir nuevos recipientes y envases (RESU).

Para que el vidrio pueda reciclarse es necesario que se acopie de la siguiente manera:

- Limpiar los envases.
- Quitar las tapas o cualquier otro material que no sea vidrio.
- Desprender las etiquetas.
- Tener mucho cuidado al manejar vidrio, evitar accidentes, es mejor colocarlo en contenedores resistentes.
- Transportar de manera cuidadosa en cajas de madera o costales.
- Evitar el manejo de envases rotos o astillados.

Residuos orgánicos

El aprovechamiento de los residuos orgánicos es una práctica muy sencilla de realizar que contribuye a reducir la contaminación ambiental por desechos de este tipo. La composta es una forma de procesar los residuos orgánicos y hacer este material reutilizable, además en mayor escala puede proporcionar ingresos adicionales (RESU).

- Composta (Anexo IV)

Se recomienda que el área utilizada para compostaje cuente por lo menos con los siguientes requisitos (Brito. 2013):

1. Contar con caminos transitables todo el año
2. Tener espacio suficientemente amplio para todas las operaciones
3. Garantizar la salud y la protección al ambiente
4. No instalar en terrenos inundables
5. Cumplir con la normatividad aplicable.

2. Mantenimiento y seguimiento

Una vez que está en marcha el programa de gestión de residuos se debe dar seguimiento a documentar los volúmenes de generación y características de los residuos que se están separando, así como a las oportunidades de incluir algún

nuevo residuo dentro del programa de separación, de esta forma se pueden identificar los puntos de mejoramiento para alcanzar una proporción más elevada en el nivel de residuos desviados al aprovechamiento. Para la continuidad del programa de residuos sólidos y para mantener la motivación dentro de la comunidad de la escuela, se pretende que los recursos generados por el acopio y venta, sean utilizados para el mejoramiento de la unidad académica y sea la propia comunidad la que decida cómo se empleará el recurso generado por la venta (Quiñonez *et al.*, 2013, Armijo *et al.*, 2011).

3. Evaluación y adecuación

Es importante evaluar la evolución a mediano plazo de la aceptación del programa y de la percepción de la comunidad a través de cuestionarios, conferencias, talleres participativos con la finalidad de detectar dificultades. Será preciso realizar un análisis crítico sobre el buen manejo de separación de residuos, para valorar la acción desde su diagnóstico, diseño, instrumentación de lo planeado y sugerir adecuaciones si se detectan fallas en el proceso de acopio, además de mantener el interés, conciencia y sensibilidad hacia la protección del ambiente (Quiñonez *et al.*, 2013)

Análisis FODA

A continuación se presenta un análisis sobre el éxito que puede tener el Programa de Gestión Integral de Residuos, en este análisis se busca identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que existen entorno al funcionamiento del programa (Cuadro 9).

Cuadro 9. Análisis FODA del Programa de Gestión Integral de Residuos.

Amenazas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • Desinterés de las instituciones federales, estatales, y municipales para apoyar programas de separación de residuos. • Falta de recurso para invertir en el proyecto. • Falta de compromiso de alguna organización con las que se haga convenio para la disposición final de los RSI. 	<p>El tema está de moda y las personas se animan a participar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Existe legislación que fundamenta las acciones del manejo adecuado de los residuos • Hay programas federales, estatales y municipales que apoyan la creación de proyectos como este. • Se reduce la contaminación ambiental.
Debilidades	Fortalezas
<ul style="list-style-type: none"> • No existe conciencia de los daños ocasionados al medio ambiente. • Carencia de cultura de separación de residuos. • No se cuenta con la información acerca del manejo adecuado de los residuos. • Los resultados se reflejan a largo plazo • Actualmente se cuenta con un almacén temporal pero las condiciones no son adecuadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Existe el interés por parte de la universidad Veracruzana, para realizar actividades que mejoren el manejo de los residuos y el ambiente en general. • Las licenciaturas que conforman la FCByA están encaminadas a la mejora o preservación del medio ambiente. • Existen diversas fuentes de financiamiento para apoyar sistemas de gestión integral. • La institución cuenta con el espacio para el almacenaje y manejo de los residuos y aunque las condiciones no son muy favorables, se puede acondicionar adecuadamente para realizar dichas actividades.

Fuente: Elaboración propia tomando como referencia el Programa estatal de gestión integral de residuos de Nuevo León (2009), Osorio (2011) y Sánchez (2010).

VI.- DISCUSIÓN

Espinosa *et al.*, 2003, Castrillón y Puerta, 2004 reportaron en sus estudios que al llevar a cabo un diagnóstico sobre el sistema de manejo de los RSI, permitió crear estrategias encaminadas a realizar acciones como la reutilización, valorización y reciclaje de los residuos generados en sus centros educativos, como parte del presente trabajo al finalizar el diagnóstico en la FCByA, al igual que los autores mencionados anteriormente, se obtuvieron datos que permitieron elaborar una propuesta para llevar a cabo la gestión integral de los RSI. Por otra parte durante el diagnóstico se observó que la cantidad de residuos que se generan en los centros educativos depende de la cantidad de personas que hacen uso de las instalaciones, es por eso que de acuerdo al estudio que se realizó en la FCByA reporta una cantidad superior, a lo reportado por Quintero *et al.* en 2003, pues en la FCByA el número de personas que generan los RSI es mayor y en comparación con Armijo de Vega *et al.* en el 2006 existe una cantidad inferior en la FCByA ya que su población es mucho mayor.

A pesar de que los residuos que se generan en las casas habitación, lugares públicos y los centros escolares son similares, el volumen de generación puede diferir aun cuando la cantidad de personas generadoras sea menor, en 2010 Cortés y Curiel reportan que en una localidad de Oaxaca con 199 habitantes durante una semana generan 121.093 kg/m³, Brito en 2013 reporta que en un monasterio en

Cuernavaca, durante una semana se generaron 165.7 kg/m^3 de residuos teniendo un total de 620 personas las que hicieron uso de dichas instalaciones, en la FCB y A el peso volumétrico de RSI que se generan durante una semana es de aproximadamente 81.3 kg/m^3 con un promedio de 973 personas las que hicieron uso de las instalaciones de la Facultad, estos resultados muestran que tanto en el monasterio como en la comunidad en Oaxaca, el número de generadores es menor, pero el valor del peso volumétrico es mayor al que se reporta en la Facultad. Esto sugiere que los residuos que se generan en la Facultad son más voluminosos pero menos pesados ejemplo de ello es que el residuo mayormente generado son los plásticos (17.6%) y más de la mitad son botellas de PET las cuales son demasiado voluminosas, comparando con los residuos que reporta Cortés y Curiel en 2010 y Brito en 2013, más del 50% de sus residuos generados son residuos orgánicos que ocupan menos volumen pero son más pesados.

Los residuos generados por instituciones educativas contienen un alto porcentaje de materiales reciclables (superior al 60 %) de acuerdo con lo señalado por Ruiz en 2012. El presente estudio obtuvo que en promedio el 72.5% de los residuos caracterizados son reciclables, dicho resultado se asemeja a otros estudios realizados en instituciones educativas de México como el estudio realizado por Taboada *et al.* en 2011, el cual indica que el 76% de desechos caracterizados son residuos reciclables o aprovechables, Ruiz en 2012 reporta que 79% son residuos aprovechables y Rosales *et al.* en 2013, encontró que 86.46% de los residuos son

aprovechables, la semejanza que existe entre los trabajos mencionados posiblemente se debe a que las actividades que se realizan en las instituciones educativas son similares además de que la metodología utilizada tanto en este trabajo como el de los autores antes mencionados es la misma, y es por eso que dichos valores difieren con lo que obtiene Brito en 2013 (Cerca del 90% de los residuos son aprovechable) pues su trabajo fue realizado en un monasterio que funciona también como una hospedería y gran parte del porcentaje de sus residuos son residuos orgánicos.

Maldonado (2006) señala que en los RSI existen numerosos subproductos que pueden ser nuevamente utilizados como materia prima; el retiro de materiales reciclables o reutilizables del flujo de la basura disminuye el volumen y la cantidad de los desperdicios que son enviados a disposición final, lo cual resulta de beneficio para el medio ambiente. Los residuos sólidos institucionales que durante el muestreo obtuvieron el mayor porcentaje y que se consideraron como aprovechables, fueron los plásticos (17.6%), el papel y el cartón (15.7%) y los residuos orgánicos (14.1%), el total de estos valores (47.4 %) se encuentra por debajo de lo reportado en la investigación que llevo a cabo Ruiz (2012) en la Universidad Iberoamericana en el cual indica que el 52% de los residuos generados son susceptibles al proceso de composta y el 27% es material reciclable, Buen Rostro (2010) indica que el 74% son residuos orgánicos y el 26% compuestos de residuos pasticos, papel y cartón, existe un gran contraste entre el porcentaje de los residuos orgánicos reportados en el

presente trabajo y el estudio de Buenrostro en 2010 debido a que su estudio fue realizado en un centro gastronómico en el cual más de la mitad de sus residuos son orgánicos y en el caso de la FCByA se realizó la caracterización únicamente de los residuos que son dispuestos temporalmente en el almacén y como se mencionó en los resultados del diagnóstico los residuos de la poda de los jardines no son depositados en el almacén temporal, con respecto a lo reportado por Ruiz en 2012 dicha diferencia es posible ya que del 52% que reporta para ser composteado el 21% proviene de los residuos de jardinería.

Al igual que Espinosa *et al.*, (2003), Quintero *et al.*, (2003) y Armijo de Vega *et al.*, (2006), al finalizar el diagnóstico, la selección y cuantificación de subproductos y la caracterización de los RSI y con base en los resultados de dichos estudios, se realizó una propuesta para el manejo integral de los RSI que actualmente se disponen en el relleno sanitario de la ciudad de Tuxpan Veracruz. Las medidas que se tomaron en cuenta para la gestión integral de los residuos sólidos institucionales, ya han sido llevadas a cabo anteriormente en otros estudios realizados en planteles educativos o en los municipios y estados del país e inclusive en otros países por ejemplo las alternativas valoradas por Cortés y Curiel en 2010 fueron la educación ambiental, actividades de separación y reutilización de residuos y concientización sobre la revaloración de los materiales; Espinosa *et al.*, 2003 llevaron a cabo el implemento de un plan en el que constituyen el marco institucional de la gestión ambiental en el cual se remarca la importancia de la participación conjunta de profesores,

investigadores, personal administrativo y estudiantes. Castrillón y Puerta en 2004 implementaron un programa de manejo integral de residuos del cual obtuvieron beneficios económicos mediante la venta de residuos reciclables, la producción de abono además de que mediante este programa se evaluaron algunas experiencias educativas. En el caso de la propuesta para de manejo de los RSI en la FCByA se expone que es de vital importancia llevar a cabo la educación ambiental tanto de estudiantes como de profesores y personal administrativo, también se sugiere realizar la separación de los RSI aprovechables desde la fuente de generación y posteriormente obtener beneficios de ellos ya se con la venta o la reutilización dentro de la misma institución.

VII.- CONCLUSIONES

El Al llevarse a cabo el diagnóstico sobre el manejo de los RSI en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias se observó que a pesar de que las licenciaturas que se ofrecen van encaminadas a la conservación y cuidado del ambiente, no se llevan a cabo actividades que propicien la reutilización, reciclaje, y valorización de los RSI.

El presente trabajo permitió conocer la composición y cantidad de los residuos que se generan en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias y que actualmente tienen como destino final el relleno sanitario del municipio de Tuxpan, Veracruz, con los valores obtenidos durante el estudio permite llegar a conclusión que la FCByA no produce una gran cantidad de RSI, por lo que de acuerdo con la LGEEPA se encuentran dentro de la clasificación de pequeño generador de residuos,

Los residuos que se generan en la FCByA son: los residuos plásticos, papel y cartón, residuos orgánicos, residuos sanitarios, vidrio, metales (latas de aluminio, y algunos otros), unicel, tetrapack y la clasificación de otros, que representan a los residuos que no pudieron entrar en la clasificación realizada o que se generaban esporádicamente y su peso fue menor a 300 g (jeringas, pedazos de tela, medicamentos caducos, toners de impresoras etc.).

Si se lleva a cabo la gestión integral de residuos dentro de la FCByA se estaría cumpliendo con la legislación establecida para el manejo adecuado de los residuos y la cual se encuentra descrita en el presente trabajo.

Este estudio sobre la generación de RSI ayudó a conocer el tipo de residuos que se generan y las cantidades en que son generados, lo cual sirve para dar inicio con el programa de separación de residuos, pues se sabe que existen residuos que pueden ser aprovechables tanto dentro como fuera de la institución.

VII.- APLICACIÓN PRÁCTICA DEL TRABAJO

El manejo de los residuos o desechos es considerado uno de los aspectos más problemáticos en los temas ambientales. A medida que aumentan las poblaciones incrementa el número de residuos producidos y con ello la demanda de lugares en donde disponer de ellos.

La separación de residuos sólidos permite llevar a cabo la reutilización lo cual conlleva la reducción en el consumo de productos, los RSI separados suelen ser utilizados como materia prima de nuevos productos, esto también contribuye con la disminución en el consumo de los recursos naturales.

Este estudio sirve como antecedente para llevar a cabo un sistema de gestión integral de los residuos sólidos institucionales generados en la FCByA. Y sugiere implementar un programa de gestión integral de residuos en el cual debe existir comunicación entre los participantes (equipo de trabajo, coordinador y dirección de la facultad), así como también hacia la comunidad estudiantil y docentes ya que la información es necesaria para llevar a cabo actividades como la capacitación, concientización y la participación de las personas que hacen uso de las instalaciones de la facultad, tomando en cuenta las estrategias establecidas en la propuesta de mejora, el programa es viable.

Un sistema de separación, reutilización y valorización de residuos es sustentable en el aspecto económico, la ventaja de aprovechar las instalaciones de la institución así como su organización y voluntad permiten que los costos de operación sean muy bajos, será cuestión de convicción para que el sistema perdure e incluso se pueda re aplicar en otras instituciones educativas de nivel primaria, secundaria y medio superior, así como en las comunidades cercanas.

Este trabajo puede ser el sustento para estudios futuros sobre generación y caracterización de residuos sólidos urbanos, y como se mencionó anteriormente, las estrategias plasmadas, pueden tomarse en cuenta para que se lleven a cabo en otros campus de la Universidad Veracruzana o en otras instituciones educativas, además de que ayuda a prevenir y disminuir la contaminación ambiental, y aumenta el tiempo de vida útil de los rellenos sanitarios.

VIII.- BIBLIOGRAFÍA

- Armijo, de V. C., Ojeda, B. S., Ramírez, B. E., Quintanilla, M. A. 2006. Potencial de reciclaje de los residuos de una institución de educación superior: el caso de la Universidad Autónoma de Baja California, Ingeniería, **10(3)**:13-21.
- Armijo, de V. C., Ojeda, B. S., Ramírez, B. E. 2011. Manejo de residuos en instituciones de educación superior. pp. 119-146. Programa Ambiental Universitario de la UABC. (ed.). Ed. Departamento de editorial universitaria, Mexicali, Baja California, México.
- Armijo, de V. C, Puma, A. y Ojeda, B. S. 2012. El conocimiento de los habitantes de una ciudad mexicana sobre el problema de la basura, Rev. Int. Contam. Ambie. **28(1)**: 27-35.
- Brito, C. A. 2013. Plan de manejo de residuos de manejo especial generados en el monasterio Benedicto de Nuestra Señora de los Ángeles, Tesina de licenciatura, Universidad Politécnica del Estado de Morelos, Jiutepec, México.
- Buenrostro, O. 2010. El Plan de Manejo de los Residuos Sólidos de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morevallado Editores. México, pp 62
- Cabrera, N. J. 2008. Prospección de la generación de los residuos sólidos urbanos en la Universidad Veracruzana región Xalapa. Tesina de licenciatura. Facultad de Biología UV. Xalapa, Ver.
- Castillo, G. E. y De Medina, S. L. 2014. Generación y composición de residuos sólidos domésticos en localidades urbanas pequeñas en el estado de Veracruz, México. Rev. Int. Contam. Ambie., **30 (1)**: 81-90.
- Castrillón, Q. O. y Puerta, E. S. M. 2004. Impacto del manejo integral de los residuos sólidos en la corporación universitaria lasallista, Revista Lasallista de investigación, **1 (1)**: 15-21

- Cooperación alemana al desarrollo. 2012. Guía para la Implementación de proyectos de separación de residuos sólidos urbanos, gobierno del estado de México, Guerrero y Quintana Roo, México. 124 pp.
- Cortés, P. M. y Curiel, O. M. A, 2010, Propuesta de un plan de manejo integral de los residuos sólidos urbanos en Santa Catarina Lanchatao y San Juan Chicomezúchil, localidades del estado de Oaxaca, México.1-6 pp.
- Esquinca, C. F., Escobar V. J.L., Hernández L. A., Villalobos M. J.J. 2003. Caracterización y generación de los residuos sólidos de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Secretaría de Ecología, Recursos Naturales y Pesca, SMISA. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México.
- Fierro, O. A., Armijo, de V. C., Buenrostro, D. O. y Valdez, S. B. 2010. Análisis de la generación de residuos sólidos en supermercados de la ciudad de Mexicali, México, Rev. Int. Contam. Ambie. **26 (4)**: 291-297.
- Gordillo, M. A. J., Cabrera, C. R. B. E., Hernández, M. M., Galindo, E., Otazo, E. y Prieto F., 2010. Evaluación del impacto antropogénico sobre aire, agua y suelo. Caso huasteca Hidalguense, México, Rev. Int. Contam. Ambie. **26 (3)**: 229-251.
- Guevara, F. J. L. y Flores, C. L. P. 2011. Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en Quintana Roo. Hacia la sustentabilidad: los residuos sólidos como fuente de energía y materia prima. SIIR. 31-35 pp.
- INEGI, 2011. Censo Nacional 2011, Gobiernos Municipales y Delegacionales, Manual del Módulo Ambiental de Residuos Sólidos Urbanos.
- Maldonado, L. 2006. Reducción de residuos sólidos urbanos en centros de educación superior: Estudio de caso, Ingeniería, **10 (1)**: .59-68
- Marmolejo, L. F., Oviedo, E. R., Jaimes, J. C. y Torres, P. 2010, Influencia de la separación en la fuente sobre el compostaje de Residuos Sólidos Municipales, Colombia, Agronomía Colombiana, **30 (2)**: 319-327.

NMX-AA-15-1985 de Protección al Ambiente Contaminación del Suelo, Residuos Sólidos Municipales Muestreo, Método de Cuarteo, Diario Oficial de la Federación, 2014.

NMX-AA-019-1985 de Protección al Ambiente, Contaminación del Suelo, Residuos Sólidos Municipales, Peso Volumétrico "In Situ" Diario Oficial de la Federación, 2014.

NMX-AA-022-1985 de Protección al Ambiente Contaminación del Suelo, Residuos Sólidos Municipales, Selección y Cuantificación de Subproductos; Diario Oficial de la Federación, 2014.

Ojeda, B. S., Armijo, de V. C.; Ramírez, B. M.E. (2003); Characterization and quantification of household solid wastes in a Mexican city, Resources, Conservation and Recycling, **39(3)**: 211-222.

Osorio, V. E. 2011. Gestión Sistemática de Residuos Sólidos (papel y Cartón) en una Institución de Educación Superior, Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional, Distrito Federal, México.

Ospina, Granados. A., Bernal, López, O.J., Chávez, Porras, A. 2010 Fase de caracterización de los residuos sólidos no peligrosos en el Plan institucional de Gestión Ambiental de la UMNG. Universidad Militar de Nueva Granda. UMNG. Revista Academia y Virtualidad. **3(1)**:148-160.

Plan Institucional Hacia la Sustentabilidad Unidad Azcapotzalco (PIHASU-UAM-AZC). 2008. Universidad autónoma Metropolitana, Distrito Federal, México.31 pp.

Programa Estatal de Gestión Integral de Residuos de Nuevo León, 2009, Secretaría de Desarrollo Sustentable, Nuevo León, México. 88 pp.

- Quintero, B. C., Teutilil, L. M. M., González, A. M. P., Jiménez, S. G., Ruiz, T. A. 2003. Manejo de los residuos sólidos en instituciones educativas, Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Puebla, México. 3 pp.
- Quintero, N. M. 2011. Programa Ambiental Universitario de la UABC, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, Baja California, México. 408 pp.
- Quiñonez, Z. L. A., Romero, M. S. L., Barraza, S. J. H. 2013. Programa de separación de Residuos Sólidos de la Unidad Académica de Odontología de la Universidad Autónoma de Nayarit, V Congreso Internacional de Educación, Mexicali, Baja California, México. 12 pp.
- Ramírez, G. S. J. 2010. Análisis Normativo del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y Manejo Especial en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí, Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. 153 pp.
- Rosales, F. M., Saldaña, D. C., Toledo, R. V., Maldonado, L. 2013. Caracterización y potencial de reciclado de los residuos sólidos urbanos generados en el Instituto Tecnológico de Tepic, una situación de educación superior, México, Rev. Bio Ciencias. **2(3)**: 216-223
- Ruiz, M. M., 2012. Caracterización de residuos sólidos en la Universidad Iberoamericana, Ciudad de México, México, Rev. Int. Contam. Ambie., **28(1)**:93-97.
- Saldaña, D. C. E., Hernández, R. I. P., Messina, F. S., y Pérez, P. J. A. 2013. Caracterización física los residuos sólidos urbanos y el valor agregado de los materiales recuperables en el vertedero el iztete de Tepic Nayarit, México, Rev. Int. Contam. Ambie., **29 (3)**:

25-32.

- Sánchez, E. P. M. 2010. Plan Integral para el Manejo y Disposición Final de Residuos Sólidos en la Ciudad de Ixtepec, Oaxaca, Tesis de Licenciatura, Universidad del Istmo, Oaxaca México.
- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). 2009. Manual Técnico Sobre Generación, Recolección y Transferencia de Residuos Sólidos Municipales, Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, Distrito Federal, México. 139 pp
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2004. Manual de manejo adecuado de residuos sólidos, escuela limpia en el distrito federal. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 86 pp.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2006. Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. Editorial del Deporte Mexicano. México D. F. 112 pp.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2009. Programa nacional para la prevención y gestión integral de residuos 2009-2012. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. 2 de octubre, 2009. México D.F. 174 pp.
- Servín, A. N. 2013. Propuesta de un Programa de Residuos Plásticos (PET) como Alternativa de Sustentabilidad en Centros Escolares de la Ciudad de Tuxpan, Veracruz México, Tesis de maestría, Universidad Veracruzana, Región Poza Rica-Tuxpan, Tuxpan, Veracruz, México. 73 pp.
- Taboada, G. P. A., Aguilar, V. Q. y Ojeda, B. S., 2011, Análisis estadístico de residuos sólidos domésticos en un municipio fronterizo de México. **2(1)**: 9-20.
- Taboada, G. P. A., Aguilar, V. Q., Cruz, S. S. E., Ramírez, B. M. E. 2013. Manejo y potencial de residuos sólidos en una comunidad Rural de México, Rev. Int. Contam. Ambie. **29 (3)**: 43-48.

Troschinetz A.M., Mihelcic J.R., 2009, Sustainable recycling of municipal solid waste in developing countries. *Waste Manage.* **29(1)**: 915-923

Universidad Veracruzana, 2012, Guía institucional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos en las dependencias y entidades Académicas de la Universidad Veracruzana, Cosustenta UV, Xalapa, Veracruz México. 15 pp.

Universidad Veracruzana, Programa Institucional de Manejo de Residuos sólidos Universitarios (RESU), Xalapa Veracruz, México. 45 pp.

Vásquez, C. O. 2011. Gestión de los Residuos Sólidos Municipales en la ciudad del Gran Santiago de Chile: Desafíos y Oportunidades. Chile, *Rev. Int. Contam. Ambie.* **27(4)**: 347-355.

Consultas en la web:

(Cortinas Cristina). 2012. [actualizado al 24 de febrero de 2014]. Página electrónica (www.cristinacortinas.net)

(Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos), [última reforma 10 de febrero de 2014]. Página electrónica (www.diputados.gob.mx)

(Espinosa H. P., Cárdenas P. C., Peinado M. A. y Puga S. J.L.). 2003. [actualizado al 01 de marzo de 2014].Página electrónica. (<http://www.ugr.es>)

(Instituto Nacional de Estadística y Geografía) [Consultado 12 de marzo de 2015]. Página electrónica (www.cuentame.inegi.org.mx)

(Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey) 2014. [actualizado al 14 de marzo de 2015].Página electrónica. (<http://www.cca.org.mx>)

(Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Los Residuos Sólidos), [última reforma 15 de enero de 2014]. Página electrónica (www.diputados.gob.mx).

(Ley No.847 de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo especial para el Estado), 2000. [Consultado 16 de enero de 2015]. Página electrónica (<http://www.veracruz.gob.mx>).

(Ley No.62. Estatal de Protección Ambiental) [última reforma 16 de junio de 2014]. Página electrónica (<http://www.veracruz.gob.mx>).

(SEMARNAT), 2012. [Actualizado al 13 de marzo de 2014]. Página electrónica (www.giresol.org)

(Reglamento Municipal de Protección al ambiente y la Preservación Ecológica) 2006. [Consultado 16 de enero de 2015]. Página electrónica (<http://tuxpanveracruz.gob.mx>).

(SEMARNAT), 2013. [Actualizado al 25 de mayo de 2014]. Página electrónica (<http://app1.semarnat.gob.mx>)

IX.-ANEXOS

Anexo 1

Entrevista al encargado de mantenimiento

- 1.- ¿Dónde depositan temporalmente los residuos?
- 2.- ¿Cómo hacen la recolección de los residuos?
- 3.- ¿Cada cuánto se hace la recolección de los residuos?
- 4.- ¿En qué horario se hace la recolección de los residuos?
- 5.- ¿Separan de alguna forma los residuos?
- 6.- ¿Cuentan con el apoyo de limpia pública?
- 7.- ¿Cuántas veces a la semana pasa la limpia publica?
- 8.- ¿Quién se hace cargo de los residuos de la cafetería?

Anexo 2

Listado de subproductos de la Norma Mexicana NMX-AA-022-1985

No.	Subproductos	Peso en kg	% en peso	Observaciones
1	Algodón			
2	Cartón			
3	Cuero			
4	Tetra pack			
5	Fibras sintéticas			
6	Hueso			
7	Hule			
8	Lata			
9	Madera			
10	Material no ferroso			
11	Papel			
12	Plástico rígido			
13	Poliuretano			
14	Poliestireno expandido			
15	Residuos alimenticios			
16	Residuos de jardinería			
17	Trapo			
18	Vidrio transparente			
19	Otros			

Anexo 3

HOJA DE REGISTRO DE CAMPO

SELECCION Y CUANTIFICACION DESUBPRODUCTOS

Localidad: _____ Municipio: _____

Estado: _____

Fechas y hora de análisis _____

Peso de la Muestra _____

Condiciones climatológicas imperantes durante la determinación

Responsable del análisis _____

Dependencia o Institución _____ -

Anexo 4

Composta

Las escuelas pueden destinar un espacio en las instalaciones para colocar un composteo. Es muy sencillo. Se necesita voluntad y un poco de tiempo para darle mantenimiento y fomentar los hábitos de separación de residuos, para que en la composta sólo se depositen materiales orgánicos.

Hay composteros de madera, tela de gallinero, llantas de autos o hacerse directamente en un rincón del jardín. Para elaborar composta sigue estos pasos:

1. Selecciona un área de 1 x 1 metros (de preferencia) para construir el compostero.
2. Este lugar no debe inundarse y de preferencia debe recibir durante el día varias horas de sol y sombra.
3. Separa en un depósito, ya sea un bote, huacal o caja, los residuos del jardín como pasto, hojas y restos de plantas. Incluye desperdicios de la cocina (no cocidos), como residuos de frutas y vegetales, semillas, restos del café, cáscaras de huevo. El pasto debe secarse al sol antes de introducirlo al compostero. No incluyas carne, huesos o alimentos grasos como queso y aceite para cocinar. Evita excrementos de animales domésticos que pueden atraer ratas y moscas.
4. Enseguida coloca en el compostero una capa de residuos de 5 cm, encima de ella agrega una capa de aserrín de 5 cm y repite este proceso hasta que se llene el compostero.
5. Coloca un tubo perforado en el centro de la composta para que sirva como respiradero.
6. Si la mezcla está muy seca agrega un poco de agua y revuelve con una pala. Si presenta mal olor debes añadir un poco de cal.

7. Este procedimiento se repite hasta que el área está cubierta totalmente. Podremos observar que la composta está terminada cuando tiene la consistencia de la tierra y no tiene mal olor.

8. Una vez que el compostero se llene, se deja descansar tres meses; durante ese tiempo hay que seguir regando y aireando la mezcla. Para aprovechar este tiempo es necesario considerar una segunda composta para contar con abono todo el tiempo, ya que es un mejorador de suelos de alta calidad.

Como producto final de la composta se obtiene una sustancia café oscura llamada humus. Esta sustancia, al mezclarse en el suelo, enriquece la tierra y restaura el suelo (SEMARNAT, 2004).