

## CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS POR EL SECTOR COMERCIAL DE MEXICALI, B.C.

Karla GARDUÑO-PALOMINO<sup>1\*</sup>, Sara OJEDA-BENÍTEZ<sup>1</sup> y Carolina ARMIJO DE VEGA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, Boulevard Benito Juárez y Calle de la Normal S/N, Col. Insurgentes Este, C.P. 212280, Mexicali, Baja California, México

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, Km 103, Carretera Tijuana-Ensenada, C.P. 22860, Ensenada, Baja California, México

\*Autor responsable: karla.gardunopalomino@gmail.com

*(Recibido agosto 2011, aceptado enero 2012)*

Palabras clave: generación, composición, residuos comerciales, establecimientos comerciales

### RESUMEN

En Mexicali, durante el último censo económico del 2009 existían 20330 unidades económicas comerciales y de servicios. Se estima, por los prestadores del servicio de recolección de residuos comerciales, que estos establecimientos contribuyen con el 22 % de los residuos sólidos urbanos generados en la ciudad, sin embargo se desconoce la cantidad y composición de los residuos generados por este sector. En este trabajo se presentan los resultados de un estudio de generación y composición de los residuos del sector comercial de la ciudad de Mexicali, específicamente microcomercios establecidos en la zona centro y centro cívico de la ciudad. Para realizar la investigación se seleccionó una ruta comercial que incluyera los comercios objetos de estudio, se identificaron los tipos de establecimientos comerciales y finalmente se realizó el muestreo en el sitio de disposición durante cinco días consecutivos de los residuos recolectados. Los resultados muestran que los residuos orgánicos putrecibles representan el 36.8 % de la composición de los residuos comerciales y los materiales reciclables como papel y cartón, plásticos, metales, vidrio, textiles, etc. representan el 56.1 %, de estos últimos el cartón corrugado aporta el 15.5 % y el polietileno de baja densidad el 10.6 % del total de los residuos.

Key words: generation, composition, commercial waste, commercial establishments

### ABSTRACT

In Mexicali during the last economic census of 2009 there were 20330 trade economic units. It is estimated by commercial waste collectors that these establishments contribute with 22 % of urban solid waste generated in the city, however little is known about this type of waste. This paper presents the results of a generation and characterization study of commercial waste in Mexicali city. To develop this research, a commercial waste collection route was selected and identified the different type of business that were involved, then a characterization study was conducted during five consecutive days in landfill site. The results shows that organic matter represents 36.8 %, recyclables like paper and cardboard, plastic waste, metals, glass, textiles, etc., 56.1 % paper and cardboard contributes with 15.5 % and low density polyethylene with 10.6 %.

---

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se ha observado de incremento en la generación de residuos sólidos en México, esto debido a factores como el crecimiento poblacional, el desarrollo urbano, cambios en los hábitos de consumo y las actividades productivas entre otros. Las alteraciones al ambiente provocadas por la cantidad de residuos generados en las grandes ciudades, traen como consecuencia diversos cambios que afectan el nivel de vida de determinadas zonas y desencadenan efectos que pueden resultar perniciosas para la salud humana y el ambiente (Colomer y Gallardo 2007).

El manejo de los residuos sólidos representa un reto para todos los municipios del país, pues el volumen diario generado sobrepasa la capacidad instalada de infraestructura dedicada a este rubro. No obstante, uno de los objetivos del programa nacional para la prevención y gestión integral de los residuos 2009-2012, con relación a la prevención y a la gestión de los residuos sólidos urbanos es transformar su manejo tradicional en una gestión integral que involucre la modernización operativa y administrativa de los sistemas de recolección, tratamiento y disposición final, apoyados en tecnologías complementarias, economías de escala, esquemas regionales y de 3Rs en corresponsabilidad con los sectores de la sociedad (SEMARNAT 2009). Por consiguiente, conocer la composición física de los residuos es esencial para el diseño adecuado de los planes de gestión, ya que permite evaluar las necesidades de infraestructura, personal y sistemas de tratamiento, entre otros elementos necesarios.

Los sistemas de manejo de residuos son cada vez más complejos, considerando que en los países desarrollados las políticas ambientales los obligan a buscar opciones sustentables para cumplir con metas de reciclaje y la reducción de residuos confinados en rellenos sanitarios (Burnley *et al.* 2007, Wangland *et al.* 2012). Mientras tanto en los países en desarrollo donde los sistemas de manejo aun se limitan a la recolección y confinamiento de los residuos, requieren de planes de manejo adecuados que mejoren las prácticas actuales. Por lo que es necesario el desarrollo de estrategias y se requiere de información detallada sobre la cantidad y composición de los residuos generados (Burnley *et al.* 2007).

Diversos estudios de caracterización de residuos sólidos se han realizado con el objetivo de obtener información relevante, que apoye al desarrollo y mejora de planes de manejo: Mohammad *et al.* (2008) en Bangladesh, Pirizeau *et al.* (2006) en Cambodia, Philippe y Culot (2009) en Haiti, Khatib *et al.* (2010)

en Palestina, Thanh *et al.* (2010) en Vietnam, realizaron caracterizaciones para residuos domiciliarios. Otros estudios como los de Chang y Davila (2008) en Texas incluyen los residuos domiciliarios y comerciales; Burnley *et al.* (2007) en Reino Unido que incluye a todos los generadores de residuos municipales. En México, Bernache *et al.* (2001), Ojeda *et al.* (2008), Gómez *et al.* (2009), realizaron caracterizaciones de residuos domiciliarios. Sobre residuos comerciales se encuentran la caracterización de residuos generados en mercados municipales de Morelia por Buenrostro *et al.* (1999), quienes señalan la importancia de sistematizar metodologías para los estudios de generación en mercados municipales, que aporten información para la planeación de los servicios de recolección, así como la disposición adecuada de estos residuos. Otra investigación de este tipo de residuos es la de Fierro *et al.* (2010), que encontraron diferencias en la cantidad y en la composición de los residuos sólidos entre las diferentes tiendas objeto de estudio, lo cual confirma la influencia del tipo de bienes comerciales. El objetivo de este trabajo es presentar los resultados obtenidos del estudio de generación y composición de los residuos generados por los micro-negocios del sector comercial de la ciudad de Mexicali, capital del estado de Baja California.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos proporcionados por el departamento de limpia del municipio en Mexicali indican que en esta ciudad se generan cerca de 1300 toneladas diarias de residuos sólidos urbanos y se estima que 67 % corresponden a residuos domiciliarios, 22 % a residuos comerciales y 11 % residuos industriales. Sin embargo, se desconoce la generación real y composición de los residuos producidos por cada sector.

Actualmente en Mexicali existen aproximadamente 20 330 establecimientos comerciales y de servicio de los cuales el 56.45 % se considera micro-negocio. De acuerdo con la estratificación de empresas publicado en los Censos Económicos de 2009 existen cuatro estratos de negocio dentro del sector comercial basado en el personal ocupado. Estos son definidos como negocios micro, chico, mediano y grande. Los micronegocios son los establecimientos comerciales o de servicio que cuentan con 0 a 10 empleados.

En la **figura 1** se esquematizan los pasos metodológicos empleados en este estudio. Primeramente se definieron y seleccionaron los sujetos de estudio con base con tres criterios de inclusión:

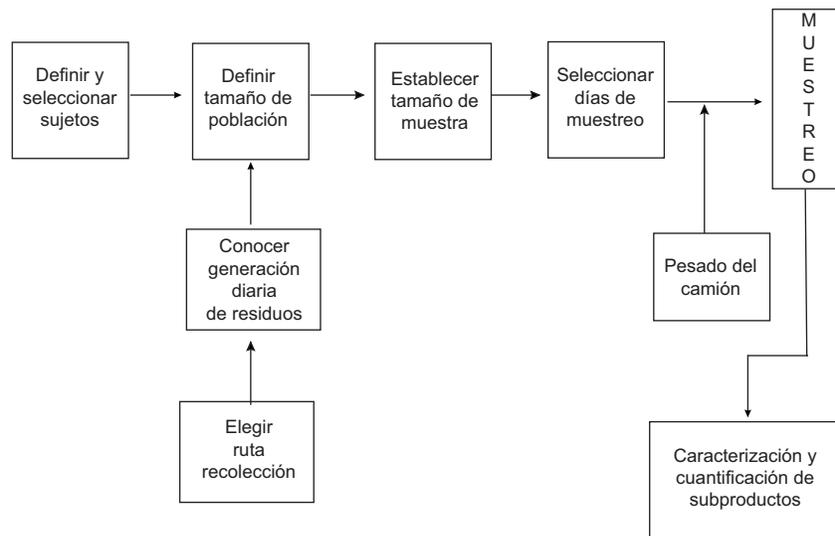


Fig.1. Metodología para la caracterización y cuantificación de residuos comerciales

- 1) El tipo de actividad económica (comercial y de servicios). Los establecimientos con actividad económica comercial, que se incluyeron fueron tiendas de abarrotes, licorerías, venta de frutas y verduras al menudeo, carnicerías, farmacias, refaccionarias, joyerías, tiendas de ropa, librerías, ferreterías, entre otros; y los establecimientos con actividad económica de servicios seleccionados fueron restaurantes, bares y discotecas, consultorios médicos, estéticas, oficinas, gimnasios, servicios cambiarios, pequeños institutos educativos y mensajerías, entre otros.
- 2) Tamaño del establecimiento, para ello se consideró el número de personal ocupado que fuera hasta 10 trabajadores.
- 3) El tercer criterio de inclusión fue que el servicio de recolección de residuos fuera proporcionado por el departamento de limpia del municipio.

**Estimación de la generación**

Para definir el tamaño de la muestra para estimar la generación de residuos se aplicó la ecuación (1) con lo que se estableció un tamaño de muestra lo suficientemente grande para ser representativo de la población. El nivel de confianza que se determinó fue del 95%, con un error muestral de 0.04,  $\mu$ ,  $\sigma$  y  $p$  desconocidas,

$$n = \frac{\left[ Z_{\frac{\alpha}{2}} \right]^2 pq}{E^2} \tag{1}$$

- $n$  = Tamaño de muestra
- $p$ : Proporción de la población
- $q$ : 1-p
- $E$ : Error

A partir de la información del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas se determinó el total de comercios y su localización geográfica, además se analizaron las rutas de recolección con la finalidad de elegir la más representativa al cumplir con las siguientes características: 1) sólo recolectar residuos generados por los tipos de establecimientos definidos y 2) que incluyera la cantidad de comercios necesarios para la muestra. En la ruta seleccionada se prestaba el servicio a 900 comercios localizados en dos zonas de la ciudad; la zona centro y el centro cívico, con recorridos de lunes a viernes en turnos matutino y vespertino.

Para estimar la generación de residuos se analizaron los datos históricos de tres meses de recolección proporcionados por el servicio de limpia del municipio, y se estimó una generación promedio por establecimiento por día de 15.46 kg. Los datos de generación se presentan en el **cuadro I**.

**Caracterización de residuos comerciales**

La caracterización y la cuantificación de los subproductos se realizaron durante cinco días consecutivos, para lo cual los residuos recolectados durante este periodo se llevaron directamente al relleno sanitario para realizar el trabajo.

El tamaño de la población se definió como todos los residuos generados por los establecimientos de la ruta seleccionada durante una semana. Se eligió como uni-

**CUADRO I.** RECOLECCIÓN DE RESIDUOS COMERCIALES DURANTE 2010

Mes (2010)	Total recolectado (kg)	Días recolectados	Generación promedio por día (kg)	Generación promedio por día por comercio (kg)
Abril	319 704	22	14 532	16.14
Mayo	297 255	21	14 155	15.72
Diciembre*	209 040	16	13 065	14.51
Totales	825 999	59	13 917	15.46

\* En diciembre se descartaron los días 24, 25, 30 y 31

Fuente: Departamento de Limpia del XX Ayuntamiento de Mexicali

dad de muestreo a los residuos recolectados durante el turno matutino, debido a que únicamente durante este turno es posible obtener una muestra del universo de residuos generados en la zona durante las actividades matutinas, vespertinas y nocturnas que se realizan en el sector seleccionado para realizar el estudio.

Para calcular el tamaño mínimo de la muestra total se determinó realizar un muestreo aleatorio sin reemplazo de una población finita con grado de confianza del 95% y error de 0.04, con  $\mu$ ,  $\sigma$  y  $p$  desconocidas, para ello se aplicó la **ecuación 2**, las submuestras se definieron con base en la muestra mínima total dividida entre los días especificados para el muestreo.

$$n = \frac{Npq [Z\alpha / 2]^2}{pq [Z\alpha / 2]^2 + (N - 1) E^2} \quad (2)$$

en donde:

$n$ : Tamaño de muestra.

$N$ : Tamaño de la población

$p$ : Proporción de la población

$q$ : 1-p

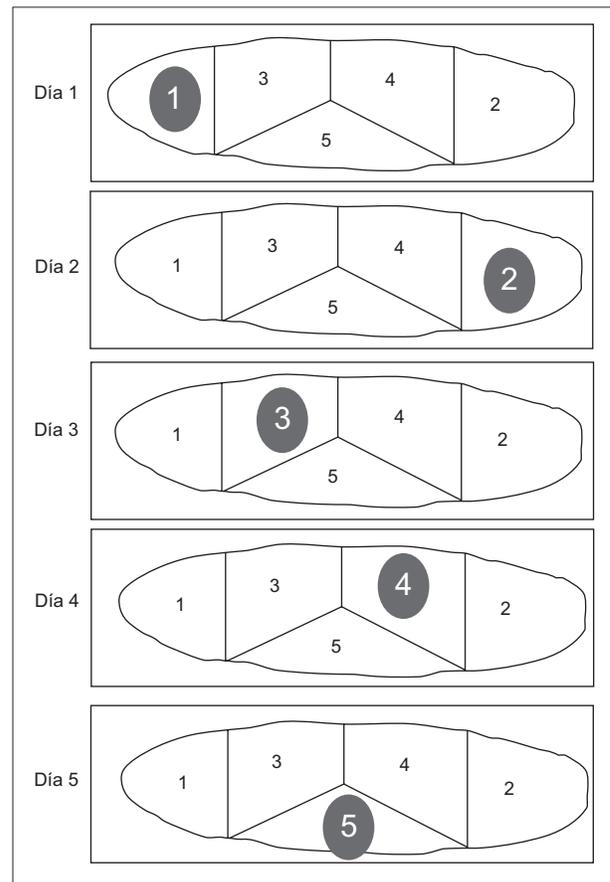
$E$ : Error

Debido a las características dimensionales de los residuos comerciales no se realizó la homogeneización y toma de muestras como marca NMX-AA-015-1985, por lo que se desarrolló una forma alternativa para realizar la caracterización. Para ello, se analizó la ruta de recolección, observándose que el recorrido siempre se realizaba en la misma secuencia y horarios, la ruta que seguía el camión recolector todos los días pasaba por los mismos establecimientos en el mismo orden y a la misma hora; a partir de esto se determinó que si el recorrido se realizaba conforme a lo establecido, la distribución de los residuos dentro del camión en los distintos días de recolección sería la misma.

Así, se estableció un patrón de muestreo que consistió en dividir los montículos de basura recolectada cada día, en cinco cuadrantes como se presenta en

la **figura 2**. Se seleccionó la primer sub-muestra del cuadrante asignado para el primer día y se fue rotando de cuadrante en los días sucesivos de muestreo hasta completar el total de submuestras, obteniendo al final de los cinco días una muestra total representativa de toda el área de muestreo.

Durante el muestreo se trabajó con el apoyo del personal del departamento del servicio de limpia de municipio; se tomaron muestras de cada uno de los subproductos hasta completar la muestra total para cada día. Los subproductos se depositaron en bol-



**Fig. 2.** División para muestreo de los montículos de residuos por día

sas de plástico de 58.42 cm × 119.38 cm de calibre 1.5 mils, se pesaron y registraron en una hoja de registro de campo para selección y cuantificación de subproductos como lo marca la NMX-AA-022-1985 (SECOFI 1985) con modificaciones de acuerdo con el tipo de subproductos presentes en el flujo de los residuos comerciales, quedando como se muestra en el **cuadro II**.

Se determinó el peso volumétrico de los residuos y de los subproductos de acuerdo con NMX-AA-019-1985 (SECOFI 1985). El porcentaje en peso de cada uno de los subproductos se obtuvo con base en la norma NMX-AA-022-1985 (SECOFI 1985), utilizando la ecuación 3:

$$PS = (G1 / G) \times 100 \tag{3}$$

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

### RESULTADOS

Los resultados de la cuantificación de los residuos comerciales muestreados se presentan en este apartado.

El tamaño de la población de residuos comerciales se calculó en 97 376.79 kg correspondiente a los residuos generados durante una semana de siete días por los 900 comercios seleccionados con una generación por comercio promedio por día de 15.46 kg, con lo cual se estimó un tamaño de muestra mínima de 596.57 kg con submuestras mínimas de 119.31. Durante el trabajo en campo debido a la logística de la actividad de caracterización el tamaño de muestra final quedó en 820 kg. El **cuadro III** presenta la distribución del tamaño de las submuestras estimadas y el muestreo.

El peso volumétrico determinado in situ fue de 169.9 kg/m<sup>3</sup>. El porcentaje en peso de la categori-

**CUADRO II.** PORCENTAJE EN PESO DE LA CATEGORIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS ENCONTRADOS EN LA MUESTRA

Sub-producto	Porcentaje
Restos de comida	17.6
Residuos de jardín	13.2
Restos sin procesar de animales y huesos	6.0
Papel periódico, revistas, bond	3.0
Papel encerado	0.2
Papel plastificado	0
Cartón corrugado	15.5
Madera	0.4
Tetrapac	0.1
PET	4.9
HDPE	1.5
LDPE	10.6
PP	1.6
PS	1.0
PVC	0.1
Otros plásticos	1.8
Aluminio	1.4
Metales ferrosos	4.5
Vidrio transparente y color	4.7
Textiles	4.9
Papel sanitario, servilletas, toallas de cocina, toallas para secarse las manos.	4.5
Toallas sanitarias y pañales	0.7
Peligrosos: envases de aerosol, envases de plaguicidas, medicinas, pilas, envases de: cloro, desengrasantes, aceite)	0.4
Otros orgánicos (cuero, caucho)	0
Otros orgánicos (loza, electrodomésticos, electrónicos, partes de vehículos)	1.3

zación de subproductos se muestra en el **cuadro II**.

Categorizando los residuos en los principales subproductos se encontró que el 36.8 % son residuos orgánicos putrescibles, entre los cuales se incluyeron restos de comida, residuos de jardín y restos de animales sin procesar, el 21.5 % fueron plásticos, el 19.1 %, correspondían al papel, el 19.1 % fueron cartón y madera, el 5.9 % metales, el 5.2 % residuos sanitarios, entre ellos: papel higiénico, servilletas, toallas de cocina, pañales y toallas sanitarias, el 4.9 % era textiles y el 4.7 % eran vidrio de color y transparente.

**CUADRO III.** DISTRIBUCIÓN DE TAMAÑO DE SUBMUESTRA REAL POR DÍA DE MUESTREO

Día de muestreo	Tamaño de submuestra estimado	Tamaño de submuestra final	Acumulado
1	119.31	161.77	161.77
2	119.31	167.20	328.97
3	119.31	165.19	494.16
4	119.31	163.96	658.12
5	119.31	161.88	820

**CUADRO IV.** COMPARATIVO DE RESULTADOS DE ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN SIMILARES

Composición	Norrie <i>et al.</i> 1997 Supermercados Quebec	Buenrostro <i>et al.</i> 1999 Mercados municipales Morelia	Aguilar <i>et al.</i> 2010 Municipales Baja California, Ensenada	2011 Comerciales Baja California, Mexicali
Orgánicos	40 %	80 %	37.36 %	39.6 %
Inorgánicos	60 %	20 %	62.64 %	60.4 %

Con relación a la composición de los residuos orgánicos putrescibles, se encontró que el 47 % fueron restos de comida, el 36 % fueron residuos de jardín y el 16 % eran restos de animales y huesos sin procesar. El porcentaje de los subproductos de papel, cartón y madera fue 81.4 %, el 25.53 % fue cartón corrugado, el 2.21 % papel bond, revistas y periódicos y 0.86 % de otros papeles. La categoría de residuos plásticos está conformada en 49 % de LDPE, 23 % de PET, 7 % de HDPE, 7 % de PP, 5 % de PS y 8 % de otros plásticos no identificados.

## DISCUSIÓN

Los resultados presentados en la sección anterior muestran que la proporción de residuos orgánicos e inorgánicos encontrados en esta investigación es similar a otros estudios de caracterización, entre ellos se encuentra el que realizaron Norrie *et al.* (1997) en supermercados, la composición que reportó fue de 40 % de orgánicos y 60 % de inorgánicos. Sin embargo es completamente diferente a lo encontrado en el estudio de mercados municipales de Morelia realizado por Buenrostro *et al.* (1999) donde se observó 80 % de orgánicos a pesar de ser residuos comerciales procedentes del mismo país, aunque de distinto giro de comercio.

Al comparar los resultados de este estudio con los resultados obtenidos por el de caracterización de residuos municipales de Ensenada, B.C. por Aguilar *et al.* (2010), las proporciones de las distintas categorías de residuos son muy similares. Aun cuando son residuos de distintas fuentes, en este estudio se obtuvo 37.36 % de orgánicos y papel y cartón 22.49 % y plásticos 23.8 %, esto puede ser debido a la similitud y cercanía de las ciudades y el periodo en que ambas investigaciones fueron realizadas. En el **cuadro IV** se presenta el comparativo de los resultados de estos estudios de caracterización.

## CONCLUSIONES

En la ciudad de Mexicali existen 11 477 establecimientos considerados micronegocios (INEGI

2011). Estos están distribuidos por toda la ciudad sin un orden específico por lo que se ubican tanto en zonas comerciales, como en residenciales e industriales; suponiendo que todos estos establecimientos sigan el mismo comportamiento de generación de residuos que los localizados en la zona centro y centro cívico de la ciudad, se puede estimar que la generación de residuos de todos los micronegocios en la ciudad es de aproximadamente de 177.4 toneladas diarias. Esta generación representa el 13.64 % del total de residuos sólidos urbanos generados en la ciudad.

Los residuos orgánicos putrescibles y los residuos sanitarios por su naturaleza contaminan los residuos con potencial de reciclaje dificultando su recuperación, por lo que la separación de residuos en bolsas separadas de orgánicos, sanitarios y el resto, aun cuando la recolección fuese mixta, contribuiría al aumento de la recuperación de reciclables.

Los reciclables de mayor generación fueron el cartón corrugado 15.5 %, el LDPE 10.6 %, el PET y textiles ambos con 4.9 % del total de los residuos. Tanto el cartón corrugado como el LDPE presentan un grado alto de contaminación lo que hace poco factible su recuperación; el caso del PET, en su mayoría se encuentra en buenas condiciones para ser recuperado y por lo mismo es el de mayor demanda entre los pepenadores. Los textiles no son recuperados.

Se encontraron pocos residuos de aluminio, metal y vidrio, suponemos que se debe a la actividad de a cabo antes de que el servicio de limpia realice la recolección del día. Además es probable que los mismos negocios recuperen estos materiales y los vendan a los que colectan reciclables en la ciudad.

## REFERENCIAS

- Aguilar Q., Armijo C., Taboada P.A. y Ojeda S. (2010). Municipal solid waste generation and characterization in Ensenada, México. *The Open Waste Management Journal* 3, 140-145.
- Al-Khatib I.A., Monou M., Abu Zahra A.S.F., Shaheen H.Q. y Kassinos D. (2010). Solid waste characterization, quantification and management practices in

- developing countries. A case study: Nablus district - Palestine. *J. Environ. Manage.* 91, 1131-1138.
- Bernache G., Sanchez S., Garmendia A. y Sánchez M. E. (2001). Solid waste characterisation study in the Guadalajara Metropoli Zone, México. *Waste Manage. Res.* 19, 413-424.
- Buenrostro D.O, Bernache P.G, Cram S. y Bocco G.(1999). Análisis de la generación de los residuos sólidos en los mercados de Morelia. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 15, 27-32.
- Burnley S.J., Ellis J.C., Flowerdew R., Poll A.J. y Prosser H. (2007). Assessing the composition of municipal solid waste in Wales. *Resour. Conserv. Recy.* 49, 264-283.
- Colomer F.J. y Gallardo A. (2007). *Tratamiento de residuos sólidos*. Limusa. México, D.F, 319p.
- Chang N. y Davila E. (2008). Municipal solid waste characterizations and management strategies for the Lower Rio Grande Valley, Texas. *Waste Manage.* 28, 776-794.
- Fierro A., Armijo C. Buenrostro O. y Valdez S. (2010). Análisis de la generación de residuos sólidos en supermercados de la ciudad de Mexicali, México. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 26, 291-297.
- INEGI (2009). Micro, pequeña y mediana empresa Estratificación de los establecimientos Censos Económicos 2009. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, Ags. 176pp.
- INEGI (2011). Directorio de Estadístico de Unidades Económicas. Selección de Unidades Económicas del DENU: Información Seleccionada [en línea]. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <http://gaia.inegi.org.mx/denue/viewer.html>. 31/08/2011.
- Norrie J., Lafortune P. y Beauchamp C.J. (1997). Characterization of waste materials originating from Quebec supermarkets and an assessment of recycling potential. *Res. Cons. Rec.* 19, 265-277.
- Ojeda S., Armijo C. y Márquez M.Y. (2008). Household solid waste characterization by family socioeconomic profile as unit of analysis. *Resour. Conserv. Recy.* 52, 992-999.
- Parizeau K., Maclaren V. y Chanthly L. (2006). Waste characterization as an element of waste management planning: Lessons learned from a study in Siem Reap, Cambodia. *Resour. Conserv. Recy.* 49, 110-128.
- Philippe F. y Culot M. (2009). Household solid waste generation and characteristics in Cape Haitian city, Republic of Haiti. *Resour. Conserv. Recy.* 54, 73-78.
- SECOFI (1985). Norma Oficial Mexicana NMX-019-1985. Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo- Residuos Sólidos Municipales- Peso Volumétrico in situ. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Diario Oficial de la Federación. 18 de Marzo de 1985.
- SECOFI (1985). Norma Oficial Mexicana NMX-022-1985. Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo -Residuos Sólidos Municipales - Selección y Cuantificación de Subproductos. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Diario Oficial de la Federación. 18 de Marzo de 1985.
- SEMARNAT (2003). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. 8 de Octubre de 2003.
- SEMARNAT (2009). Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2009-2012. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Programa. México, D.F. 169 p.
- Sujauddin M., Huda S.M.S. y Rafiqul A.T.M. (2007). Household solid waste characteristics and management in Chittagong, Bangladesh. *Waste Manage.* 28, 1688-1695.
- Thanh N.P., Matsui Y. y Fujiwara T. (2010). Household solid waste generation and characteristics in a Mekong Delta city, Vietnam. *J. Environ. Manage.* 91, 2307-2321.
- Wagland S.T., Veltre F. y Longhurst P.J. (2012). Development of an image-based analysis method to determine the physical composition of a mixed waste material. *Waste Manage.* 32, 245-248.