

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE INGENIERÍA**

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA



**“Planeación Estratégica para Manejo de Desechos de Supermercados
en la Zona Urbana de Mexicali, B.C.”**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE:
DOCTOR EN CIENCIAS**

**PRESENTA
AURORA FIERRO OCHOA**

**DIRECTOR
DR. MOISÉS GALINDO DUARTE**

**CODIRECTOR
DR. BENJAMÍN VALDEZ SALAS**

Mexicali, B. C.

Diciembre 2010

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis padres que aunque ya no se encuentran presentes les agradezco infinitamente por ser un ejemplo de superación y dedicación; a mi esposo L. Alejandro por apoyarme a seguir siempre adelante incluso en momentos difíciles y a mi hijo Andrés Alejandro que es el motor de mi vida alentándome siempre a superarme.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento al Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca otorgada para la realización de esta investigación.

Agradezco sinceramente al Dr. Moisés Galindo Duarte, por aceptarme; por todo su apoyo y confianza para la realización de este trabajo de tesis bajo su dirección. Le agradezco también el haberme facilitado siempre los medios suficientes para llevar a cabo todas las actividades durante el desarrollo de este trabajo.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi codirector de tesis Dr. Benjamín Valdez Salas por todo el apoyo que me ha brindado, su confianza, sus invaluable enseñanzas, por su disponibilidad y el valioso tiempo que ha dedicado a la revisión de los diversos trabajos que hemos publicado.

También quiero agradecer al subcomité de química del Instituto de Ingeniería, por la confianza que me brindaron al aceptarme para continuar mi estudio doctoral.

Agradezco a la Dra. Gisela Montero Alpírez sus valiosas enseñanzas, así como por el tiempo que me dedicó en las revisiones de los artículos que publicamos. Asimismo, se agradece al oceanólogo Enrique Villegas Ibarra, Director de Ecología del municipio de Mexicali, el apoyo brindado para la ejecución de este estudio, así como la información proporcionada. De igual manera, se agradece a las empresas que autorizaron que se realizara la caracterización en sus instalaciones. También se agradece los presupuestos e información proporcionada por diversas recicladoras y empresas de recolección de residuos sólidos. Se agradece a la Dra. Ana Luz Quintanilla Montoya, al Dr. Michael Schorr Wiener, a la Arq. Claudia Jacobo Alatraste y a estudiantes colaboradores el apoyo brindado.

También, agradezco a los Doctores Juan José Sevilla García, Dr. Abelardo Mercado Herrera, Dra. Gisela Montero Alpírez, Dr. Moisés Galindo Duarte y al Dr. Benjamín Valdez Salas por sus valiosas aportaciones al trabajo de tesis, así como por aceptar ser parte de mi sínodo

Finalmente, agradezco a todos mis maestros por su ejemplo de profesionalidad que nunca he olvidado.

Systemic Analysis of Supermarket Solid Waste Generation in Mexicali, Mexico

Aurora Fierro Ochoa, Moisés Galindo Duarte, Lorenzo A. Sánchez Bueno, Benjamín Valdez Salas, Gisela Montero Alpírez, Michael Schorr Wiener

Engineering Institute, Autonomous University of Baja California, Mexicali, Mexico.
Email: aurora.fierro.ochoa@gmail.com, mgalindo@iing.mx1.uabc.mx, sanchez.bueno.alejandro@gmail.com, benjamin@iing.mx1.uabc.mx, gmontero@iing.mx1.uabc.mx, mschorr2000@yahoo.com

Received March 20th, 2010; revised April 16th, 2010; accepted April 20th, 2010.

ABSTRACT

The common practice of managing solid waste (SW) generated by supermarkets in Mexicali, Mexico, consists of mixing all kinds of SW without any separation process. The concern of these actions is that does not involve some of these products to be reused or sold for recycling. The company ceases to receive an income of \$ 3,881 Mexican pesos as an additional benefit by the generation of approximately 5,869 kg of SW than can be recovered in only one of its eleven branches in the city. However, the only two products that are valued by the supermarkets are wax boxes for fruits and vegetables which are sold to a company that subsequently resell them to fruit shops for reuse, and the cardboard boxes, whose weekly generation in one branch is 5,375 kg. They are separated from the waxed boxes and placed in a compactor to form bales from 300 to 400 kg each and then are collected for sale to a recycling company. As for the generation of different types of plastics that can be recycled, a branch generates weekly 339 kg. The model to simulate the generation of SW in supermarkets was performed using “system dynamics” as a tool for modeling and simulation in order to make better decisions to reduce generation of waste.

Keywords: Solid Waste, Supermarket, Model, System Dynamics

1. Introduction

Mexican Law defines “waste” any material or product that is solid or semisolid, which was discarded in containers or tanks and can be capable of being valued or require treatment [1].

Mexican environmental policy promotes integrated waste management through waste minimization, reuse, recycling, source separation, and recovery of materials and energy [2].

Some wastes have value for the company and are used for their benefit [3] reducing the environmental impact [4]. Disposal of these wastes in the form of garbage implies a high cost to society [5] because the places where waste can be deposited with the proper conditions of health and safety must be enabled [6].

Mexico produced 36.8 million tons of SW in 2007 and only 3.8% was recovered for recycling purposes. For 2009, the estimated SW generation was 38.3 million tonnes of which only 68% were disposed in landfills or controlled sites [7]. The separation of re-usable materials from landfills is a common economic activity developed by people working in low economic conditions. Cur-

rently, the separation takes place mainly in the informal sector of scavengers that separate the material before harvesting or before final disposal [8].

In 2007 in Mexicali were collected 773 tons of non-hazardous SW, and in 2008 were generated 850 tons. Due to the increase in municipal and commercial SW Mexicali opened about 54 thousand m³ of landfill cell in the Ejido Benito Juárez. This increased the capacity of solid waste landfill and impacted positively on the quality of life for Mexicali residents [9]. An unknown amount of SW was generated by the supermarket sector, including 35 stores [10], which are considered commercial establishments [11].

The supermarket is a commercial establishment [11], of retail [12] with a wide range of self-service products [13] designed to meet the needs of food and household products of consumers [14] with an area between 501 to 4.500 m² [15]. Every day, tons of waste are generated in the form of packaging, plastics, nonferrous metals, organic, and others that are not managed for reuse or recycling [8].

The main issues for consideration by the supermarket sector in the recycling of materials includes: identify the

materials are diverted from the waste stream, the reuse and recycling and the specifications of the buyers of recovered materials [16].

2. Methodology

The research methodology includes, characterization of SW generated in the supermarket, conceptual model design, development of a quantitative model, and simulation of the generation of SW at supermarket. The results were analyzed in an Excel spreadsheet from Microsoft and to develop and simulate the system dynamics models were used Vensim and Stella programs.

2.1 Characterization of Solid Waste Generated in the Supermarket

The operations manager of a regional supermarket chain located in Mexicali was interviewed in order to request permission to perform the characterization of solid waste generated. The characterization was performed in only one branch of that chain in the supermarket it was not possible to apply the sampling technique under the quartering using Standard NMX-AA-015-1985 since to homogenize the waste was difficult to obtain a uniform sample [17]. For this reason, it was decided to sample in situ adapting Standard NMX-AA-019-1985 to obtain the weight of waste in kg rather than the volumetric weight (kg/m^3) [18]. The decision reflects the fact that supermarket managers did not agree to compact the waste and not to wait to fill a container of known volume. For this reason, the garbage was placed in the container as they would be generated.

For the waste characterization it was necessary to use a scale at the temporary disposal site within each supermarket where each head of department maintained the waste generated before being deposited in the container. The residues were separated by-product and placed on the scales and subtracting the tare. The results were recorded in a log sheet following the registration form by-products of the Standard NMX-AA-022-1985 [19].

The adequacy of the format was evaluated according to the predominance of the type of waste found and that some of the items listed in record format of the standard were absent or the amounts found were minimal [20]. Thus, all waste generated in a day of activities within the supermarket was characterized.

2.2 Design the Conceptual Model

The elements of the system and their relationship were determined based on the objective. These were classified according to their specific role in the structure of the system and the relations between components that generate the dynamics of the system were also identified [21].

Finally, it was drawing up the formal outline of the conceptual model using the symbology of “System Dynamics” [22]. The data used to feed the model are the initial value of solid waste in the container and cardboard in the area of receipt, the packaging for recycling fraction, the fraction of waste packages for the weekly flow of cardboard and paper, plastics, construction waste, wood, glass, garbage, organic waste, nonferrous metals, and shrinkage.

2.3 Development of the Quantitative Mode

In the analysis, the quantitative model of the system under study was developed using the conceptual model as a basis, and thus set the rules governing the flow of material into the system using mathematical representations.

2.4 Simulation of the Generation of SW

Several runs were made of the proposed models by comparing the system behavior under different conditions of interest.

3. Results

The regional supermarket generated 5,375 kg of carton (Figure 1). This material was compacted into bales of

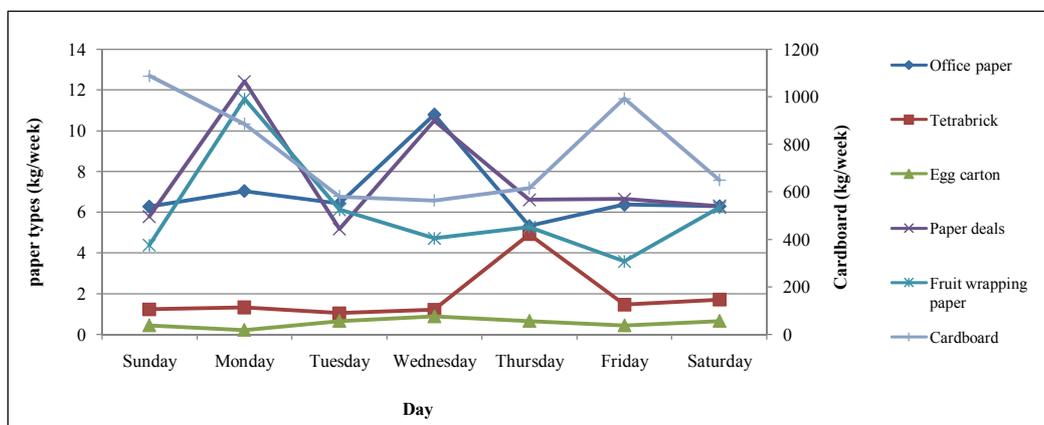


Figure 1. Quantity of cardboard and paper in kilograms per week generated in a regional supermarket located in Mexicali, B. C. Source: characterization performed in summer 2008

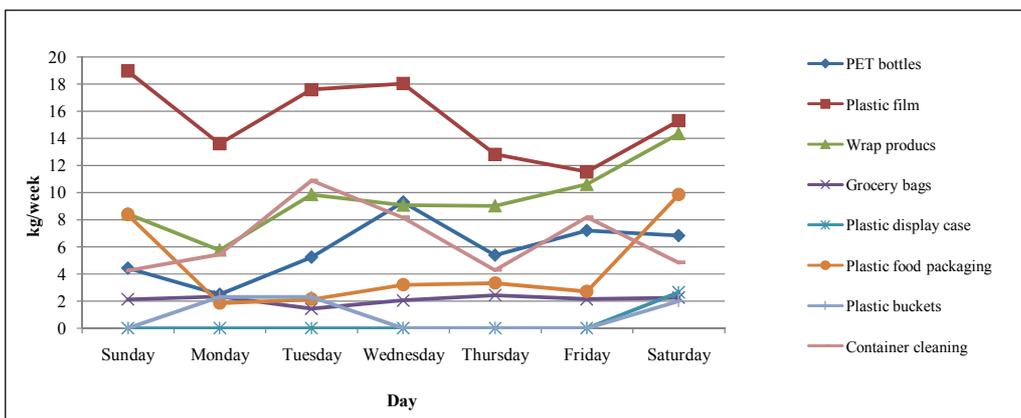


Figure 2. Quantity in kilograms per day of the week of plastics generated in a regional supermarket, located in Mexicali, Mexico. Source: characterization implemented in summer 2008

350 kg, and then sold to a recycling company getting an income of \$ 2,956 pesos per week [10].

During the week 339 kg of plastic, with plastic film were generated in larger quantities (Figure 2).

Causal models in Figures 3-6 show the interaction in the management of various types of SW generated in a regional supermar.

Figure 7 shows a general outline of the model of “system dynamics” for the management of waste generated by-product. The model represents the internal destination of the waste generated. First, the cardboard is separated for sale and only a small amount is pulled into the container because it lacks the characteristics required to be sold to a recycler. The remaining waste is indiscrimi-

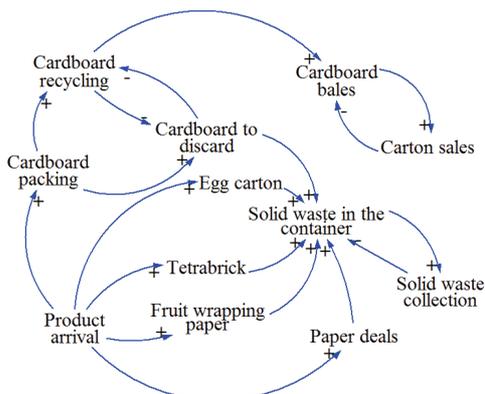


Figure 3. Causal model for paper and cardboard

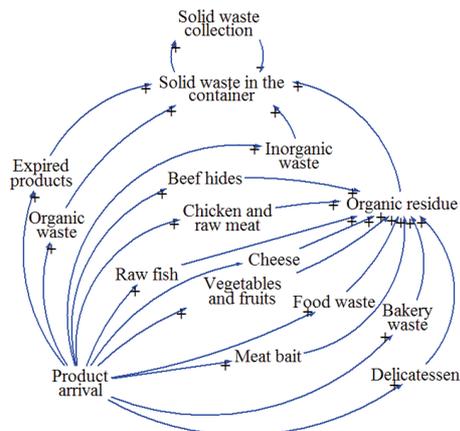


Figure 5. Causal model for waste, expired products and organic residue

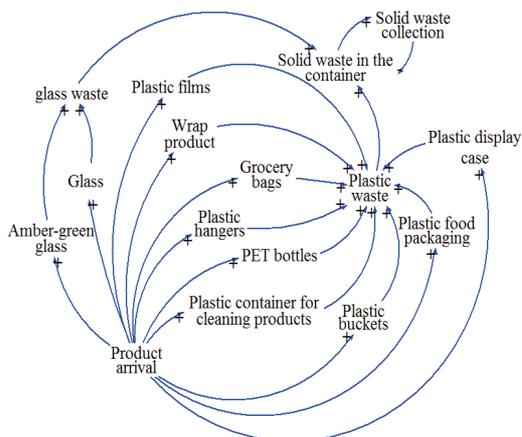


Figure 4. Causal model for plastic and glass

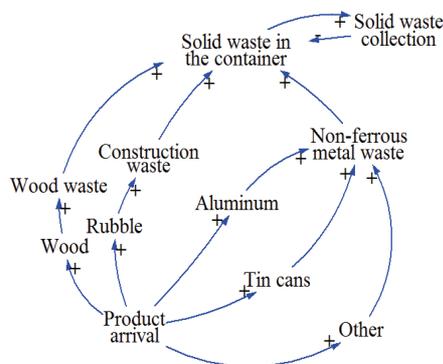


Figure 6. Causal model for wood, metal and construction waste

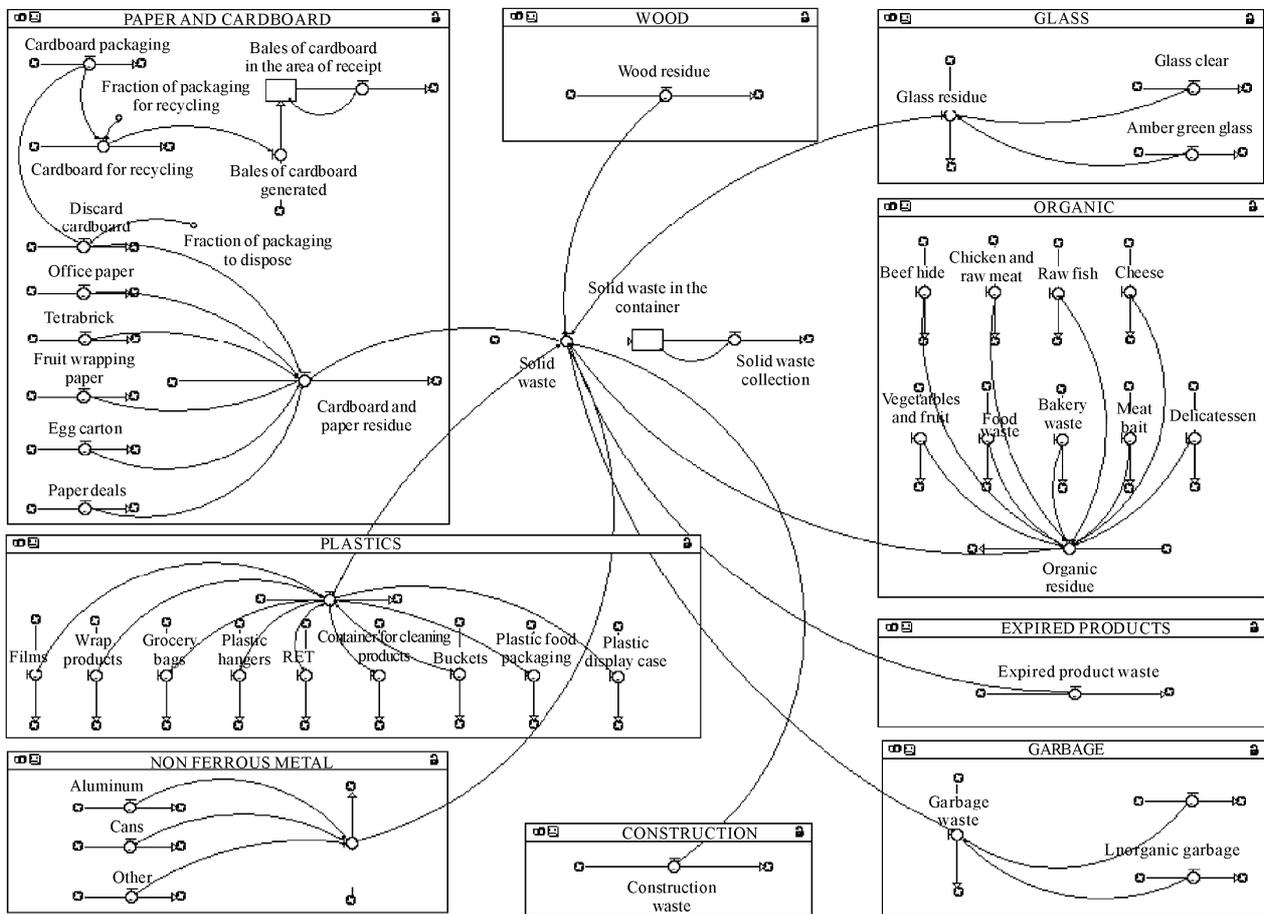


Figure 7. System dynamics model of the products of waste generated in a regional supermarket chain

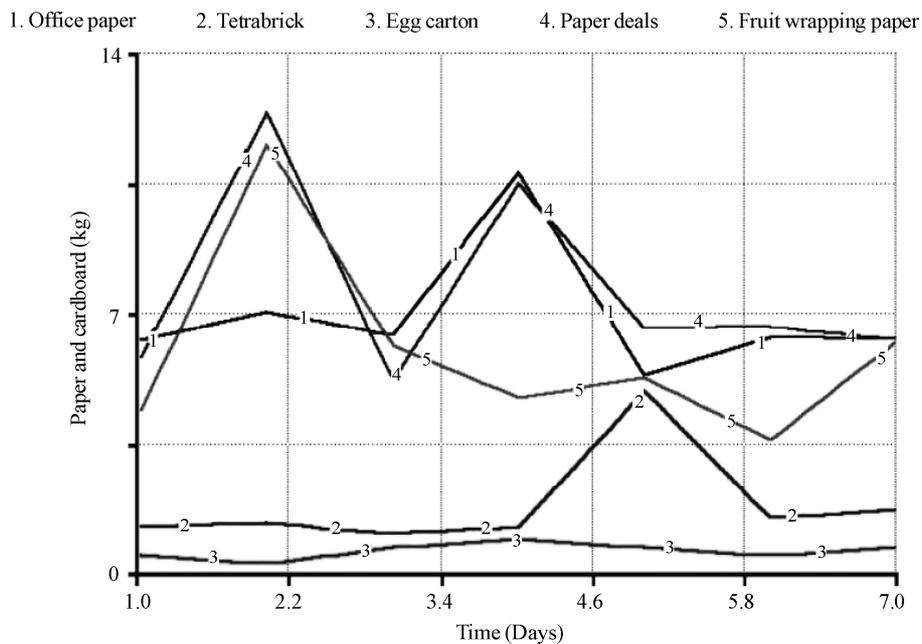


Figure 8. Simulation results for different types of generated paper

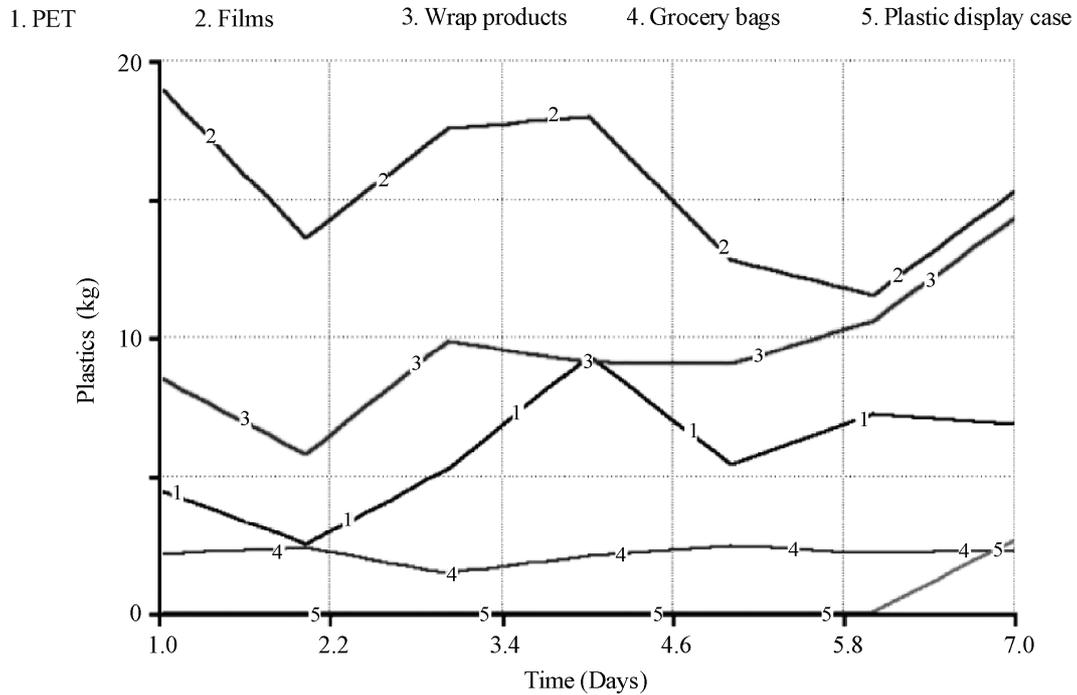


Figure 9. Simulation results for generated plastics

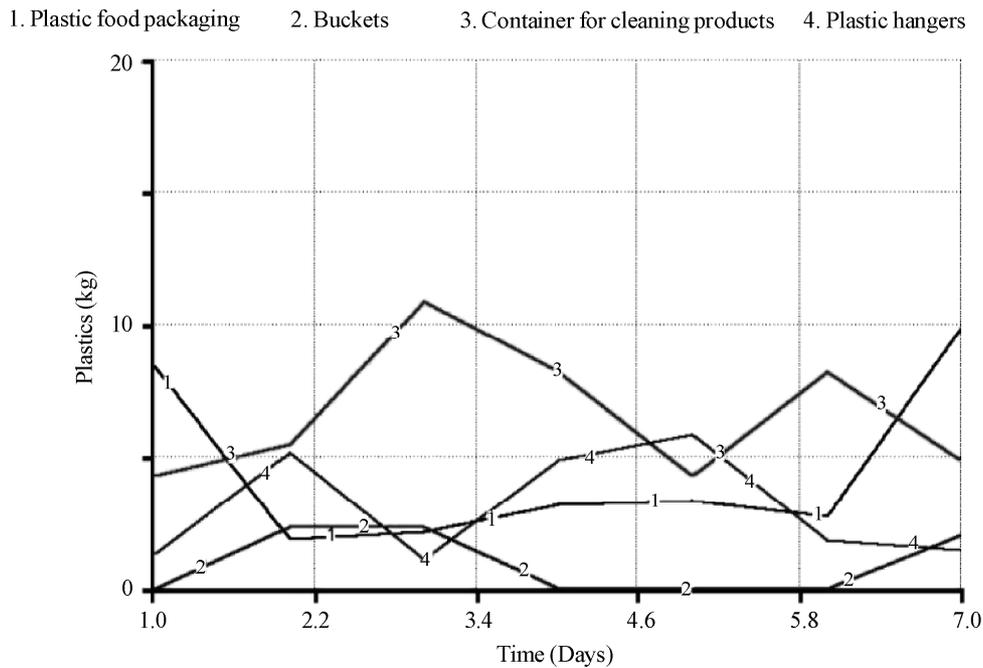


Figure 10. Simulation results for generated plastics

nately thrown into the container, instead of being separated from the source for further appreciation.

Figures 8, 9 and 10 show the simulation results using the “Stella” and can observe the dynamics of the various types of waste generated during one week. These results can be compared with those in Figures 1 and 2 obtained from the characterization *in situ*.

4. Conclusions and Discussion

Supermarkets should classify the types and quantities of solid waste being generated and also the tools that are available to separate at source, that is, they must carry out a sustainable management of waste generated as this concept is based on identification of the possible

uses of each of the materials contained in a product, to provide from the conceptual stage the future handling of the material itself is important and appropriate choice of those providers committed to the environment [2]. Proper management of solid waste allows the company to earn additional income to cover some of their expenses.

The supermarket sector must be able to assess the environmental conflict that is generated by improper management of their waste and take part in the settlement through their involvement. They should not wait for the authorities verification, resulting in penalties and a poor image for the company. Moreover, it is the responsibility of the authorities to encourage the creation of companies engaged in the collection and recycling of packaging [7].

Using “dynamic systems” as a tool, it is possible to model and simulate the generation of solid waste in supermarkets, which allows observing the operation and behavior of each product generated. It is also possible to include additional variables that allow better decisions to reduce generation of waste.

5. Acknowledgements

The authors gratefully acknowledge the financial support of Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), Mexico.

REFERENCES

- [1] SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) Environmental and Natural Resources Secretary, General Law for Prevention and Integrated Waste Management, Official Newspaper of the Federation, in Spanish, Mexico, 2003.
- [2] SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) Environmental and Natural Resources Secretary, National Program for Prevention and Waste Management 2009-2012, Official Newspaper of the Federation, in Spanish, Mexico, 2 October 2009.
- [3] M. Stanley, “Introduction to Environmental Chemistry,” in Spanish, Reverté, 2007.
- [4] G. Bernache, “When We Reach the Trash. The Impact of Environmental Degradation,” in Spanish, Chata House, 2006.
- [5] G. Tyler, “Environmental Science. Sustainable Development. A Comprehensive Approach,” in Spanish, Thomson, 2007.
- [6] E. Bono and J. A. Tomás, “Municipal Waste and Environmental Sustainability,” in Spanish, Mediterranean Institute Sustainable Development, 2006.
- [7] President of Mexican Republic, Second Report of Government, in Spanish, México, 2008, p. 424.
- [8] X. Montagut, E. Vivas and F. García, “Supermarkets, no Thanks. Mayor Retail Chains: Impacts and Alternatives,” in Spanish, Icaria, 2007.
- [9] XIX Ayuntamiento de Mexicali, Second report of government, in Spanish, Mexicali B. C., 2009.
- [10] A. Fierro, M. Galindo, B. Valdez and G. Montero, “Economic Viability in the Separation of Solid Waste in the Supermarket Sector in Mexicali,” in Spanish, National Congress of Graduate Students of the Institute of Engineering, UABC, Mexicali, B. C., November 2009.
- [11] J. C. Buerruezo, “The Modern Management of Retail. The Practical Success of The Store,” in Spanish, ESIC, 2003.
- [12] C. W. Lamb, J. Hair and C. Mc Daniel, “Marketing,” Thomson, 2006.
- [13] S. Miquel, F. Parra, C. Lhermie and M. J. Miquel, “Commercial Distribution,” in Spanish, ESIC, 2006.
- [14] P. Kotler and K. K. Lane, “Marketing Management,” in Spanish, Pearson, 2006.
- [15] ANTAD (Asociación Nacional de Tiendas de Autoservicio y Departamentales de México) National Association of Supermarkets and Department Stores in Mexico, Partners directory ANTAD, in Spanish, 2008.
- [16] C. Ponte, “Integrated Solid Waste Management: Recycling Program,” in Spanish, *Research Journal*, Vol. 32, No. 63, January 2008, pp. 173-200.
- [17] SECOFI (Secretaría de Comercio y Fomento Industrial) The Secretariat of Commerce and Industrial Development, Mexican Norm NMX-AA-015-1985, Official Newspaper of the Federation, México, 1985.
- [18] SECOFI (Secretaría de Comercio y Fomento Industrial) The Secretariat of Commerce and Industrial Development, Mexican Norm NMX-AA-019-1985, Official Newspaper of the Federation, México, 1985.
- [19] SECOFI (Secretaría de Comercio y Fomento Industrial) The Secretariat of Commerce and Industrial Development, Mexican Norm NMX-AA-022-1985, Official Newspaper of the Federation, México, 1985.
- [20] O. Buenrostro, G. Bernache, S. Cram and G. Bocco, “Analysis of the Generation of Solid Waste in Municipal Markets of Morelia, MÉXICO,” in Spanish, *International Journal of Environmental Pollution*, Vol. 15, No. 001, 1999, pp. 27-32.
- [21] M. García, “Modeling Course in Ecology and Human Resource Management,” in Spanish, Universitat Politècnica de Catalunya, 1999.
- [22] W. E. Grant, E. K. Pedersen and S. L. Marin, “Ecology and Natural Resource Management: Systems Analysis and Simulation,” John Wiley & Sons, 1997.

ANÁLISIS DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN SUPERMERCADOS DE LA CIUDAD DE MEXICALI, MÉXICO

Aurora FIERRO OCHOA¹, Carolina ARMIJO DE VEGA², Otoniel BUENROSTRO DELGADO³ y Benjamín VALDEZ SALAS¹

¹ Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, Blvd. Benito Juárez y calle de la Normal s/n, 21280, Mexicali, Baja California, México; aurora@uabc.edu.mx

² Facultad de Ingeniería Ensenada, Universidad Autónoma de Baja California, Km. 103 Carretera Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, Baja California, México

³ Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Avenida San Juanito Itzicuaró s/n, 58330, Morelia, Michoacán, México

(Recibido marzo 2009, aceptado agosto 2010)

Palabras clave: caracterización de residuos, minimización de residuos, residuo orgánico, disposición de residuos sólidos, mercado

RESUMEN

El artículo 28 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos establece que los grandes generadores de residuos sólidos están obligados a formular y ejecutar planes de manejo. Sin embargo, se encontró que los supermercados de diversas cadenas –locales, regionales y nacionales–, localizados en la ciudad de Mexicali, Baja California, México carecen de este plan. Se adecuó la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-019-1985 (SECOFI 1985a) para realizar la caracterización *in situ* en tres supermercados; se observó que los residuos que se generan en mayor cantidad en los tres supermercados son el cartón con 10 239 kg/semana y los residuos orgánicos con 6728 kg/semana. Se encontró una diferencia en la composición de residuos orgánicos, en tanto en uno de los supermercados se genera en mayor cantidad el cebo de carne, mientras que en los otros dos son verduras y frutas. Los residuos orgánicos entre los tres supermercados representan aproximadamente 23 % del total de la basura generada. Una vez concluida la caracterización, se comparó con el diagnóstico previo realizado a través de la aplicación de una encuesta a los encargados de cada supermercado, evidenciándose un profundo desconocimiento en cuanto al tipo y la cantidad de residuos que generan diariamente.

Keywords: waste characterization, waste minimization, organic waste, solid waste disposal, market

ABSTRACT

The Article 28 of the “Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos” establishes that the companies that produce large amounts of solid wastes are forced to follow handling plans. Nevertheless, it was found that such plans do not exist in several local, regional and national supermarket chains in Mexicali, Baja California. The Official Mexican Norm for *in situ* characterization of residues, NOM-AA-019-1985 (SECOFI 1985a), was modified and used in three supermarkets. In the three supermarkets it was observed that the largest amounts of wastes are cardboard boxes with 10 239

kg/week, and organic wastes with 6728 kg/week. A difference in the composition of the organic wastes was observed: in one supermarket, the largest amount is conformed by meat bait, while in the other two it is vegetables and fruits. Organic wastes represent approximately 23 % of the total generated wastes in all three supermarkets. The data from the characterization were compared with those obtained from a survey answered by the managers of the same supermarkets. A deep lack of knowledge regarding the type as well as the amount of daily generated wastes was found.

INTRODUCCIÓN

El manejo de los residuos sólidos (RS) en México representa un problema debido a diversos factores, como la falta de información básica, recursos económicos limitados para explorar sistemas y tecnologías adecuadas de tratamiento de residuos e insuficiencia en su recolección, entre otras (Comisión Mexicana de Infraestructura Ambiental 2003).

En el plano normativo se están realizando esfuerzos para que todos los generadores de residuos enfrenten la parte de responsabilidad que les corresponde para manejar sus propios residuos (SEMARNAT 2001). Sin embargo, para hacer frente a este principio de responsabilidad compartida, es necesario contar con información básica sobre tasas de generación así como las características de los residuos. Con esta información será posible la planeación y gestión adecuada de los RS (SEMARNAT 2006).

En la ciudad de Mexicali se han realizado diversos estudios de generación de residuos en el sector domiciliario (Ojeda *et al.* 2008) y un análisis de RS en una institución universitaria (Armijo 2008). Sin embargo, en el sector comercial (Fernández 2007), más específicamente supermercados, se desconocen las cantidades de RS generados. En esta investigación se propone desarrollar una metodología de evaluación para conocer la composición de los RS y planear una mejor gestión; esto también servirá para que el municipio de Mexicali cumpla con lo dispuesto en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos, con el diseño del plan de manejo municipal de RS (SEMARNAT 2003).

El artículo 12 de la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Estado de Baja California, señala que los grandes generadores de residuos están obligados, entre otras cosas, a registrarse ante la autoridad estatal competente, establecer planes de manejo para los residuos que manejen, llevar una bitácora anual del volumen y tipo de residuos generados anualmente, las formas de manejo a las que fueron sometidos los residuos y conservar durante dos años la bitácora (Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California 2007).

El supermercado es un establecimiento minorista de venta de productos de gran consumo (alimentación seca, perecederos, aseo personal, limpieza del hogar) que utiliza la técnica de venta en autoservicio (Campayo 2002) y cuya superficie oscila entre 501 a 4500 m² (ANTAD 2008). En la ciudad de Mexicali se encuentran grandes cadenas nacionales como Soriana y Mega Comercial; también se encuentran cadenas regionales como Casa Ley, Calimax y cadenas locales como Ferbys, entre otras (Fierro 2008).

Los residuos generados en estos establecimientos se componen, en su mayor parte, por restos alimenticios de origen vegetal y animal, y en general por productos o materias orgánicas que se descomponen en un tiempo muy corto generando malos olores y fauna nociva, por lo que requieren de una rápida recolección (INAP 1986). Sin embargo, los residuos inorgánicos que se generan, como plástico, aluminio, papel y la mayoría de los empaques, en la actualidad es posible aprovecharlos nuevamente por medio del reciclaje (SEDESOL 2001), que es la mejor opción para el cuidado del ambiente y evitar efectos dañinos a la salud de la población.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación constó de cuatro partes: 1) delimitación del universo generador de residuos del sector de los supermercados, 2) herramientas utilizadas para gerentes de supermercados y recolectores de residuos, 3) cuantificación de los RS y 4) análisis de resultados.

Delimitación del universo generador

Se elaboró un padrón de supermercados de la ciudad de Mexicali, Baja California. Se determinó que el tamaño de la población es de 42 supermercados, logrando encuestar a 39 encargados, con un error estándar de 0.013 (Hernández 2003).

Un supermercado es un sistema de ventas al consumidor que exhibe productos y artículos en forma abierta, clasificándolos por categorías y tipos, principalmente abarrotes, perecederos, ropa y mer-

cancias generales. Ofrecen la mayor atención con la menor intervención del personal y un área para el pago de los clientes, con sistemas punto de venta a la salida y cuya superficie oscila de 501 a 4500 m² (ANTAD 2008).

Herramientas utilizadas para gerentes de supermercados y recolectores de residuos

Se aplicó una encuesta de 26 preguntas con el objeto de identificar si los encargados tienen conocimiento acerca de las características y cantidades de RS que se generan en la sucursal a su cargo. La encuesta se aplicó a los encargados de las 39 sucursales de supermercados que cumplieron con los requisitos.

Se aplicó una segunda encuesta dirigida a recolectores de residuos en supermercados a fin de conocer la cantidad de residuos que recolectan, así como su destino final. Este instrumento se aplicó a 26 operadores de camión empleados por alguna compañía, a 25 recolectores particulares, a 22 pepenadores (recolectan residuos dentro del contenedor, sin autorización del supermercado) y a cuatro recolectores que pertenecen al centro de rehabilitación Nuevo Amigo A. C. (recolectan dentro del supermercado con autorización de la empresa).

Cuantificación de los RS

Se entrevistó (Ávila 2006) a cada gerente de operaciones regional de cada una de las cadenas de supermercados localizadas en Mexicali, con la finalidad de solicitar su autorización para llevar a cabo la cuantificación de los RS generados. Esto se realizó en tres sucursales de supermercados, pertenecientes cada uno a una cadena local, una regional y una nacional.

La caracterización se realizó con una balanza en el sitio de disposición temporal de residuos dentro de cada supermercado, donde cada jefe de Departamento dejaba los residuos generados antes de ser depositados en el contenedor. Los residuos se separaron por subproducto y se colocaron en la báscula, 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 (SECOFI 1985b). La adecuación del formato se realizó de acuerdo a la predominancia del tipo de residuos que se encontraron, ya que algunos rubros contemplados en el formato de registro de la Norma estuvieron ausentes o las cantidades encontradas fueron mínimas (Buenrostro 1999). De esta manera, se analizaron todos los residuos generados en una jornada de actividades dentro de cada supermercado.

Se utilizó una báscula de piso con capacidad de 50 kilogramos, guantes de carnaza, mascarillas, lentes

plásticos, mandil de vinil, escoba, recogedor, desinfectante para manos y papelería (SECOFI 1985b).

Análisis de resultados

Para obtener los datos se aplicaron diversas encuestas, se utilizaron herramientas estadísticas descriptivas (Schmelkes 1998, Díez 2008). Todos los datos generados se tabularon utilizando Microsoft Office Excel 2007, para posteriormente analizarlos. El porcentaje en peso de cada uno de los subproductos se determinó con base a la fórmula $PS = (GL/G) \times 100$, donde PS = porcentaje del subproducto considerado, GL = cantidad de subproducto en kg, G = cantidad total de la muestra en kg.

RESULTADOS

Los gerentes de las 39 sucursales a quienes se aplicaron las encuestas respondieron que el residuo que genera en mayor proporción es el cartón con 45 % y proporcionaron el peso aproximado de RS, representando 31 % (Fig. 1). Sin embargo, desconocen cuáles son los residuos que se consideran basura, así como el porcentaje correspondiente a basura orgánica e inorgánica, ya que ellos no separan ni pesan los desechos.

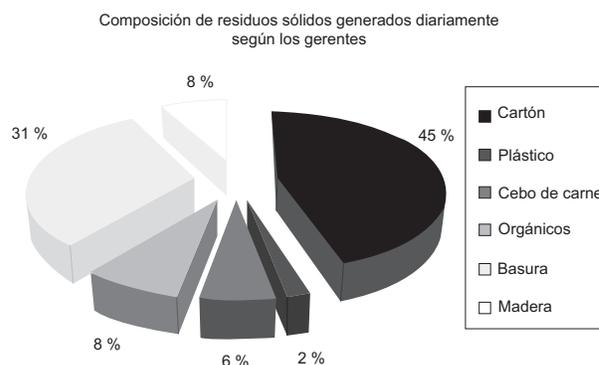


Fig. 1. Porcentaje en peso por tipo de residuo sólido generado en supermercados, según gerentes de diversas sucursales, localizadas en la ciudad de Mexicali. (Fuente: resultados obtenidos de aplicación de encuestas a gerentes de supermercados)

Al comparar las cantidades de residuos que se generaron entre las diferentes cadenas de supermercados, según los datos proporcionados por los gerentes y los recolectores, se encontró que de las siete cadenas localizadas en la ciudad de Mexicali (Fig. 2), Casa Ley es muy similar en cuanto a la cantidad de residuos producida y las estimaciones. Por

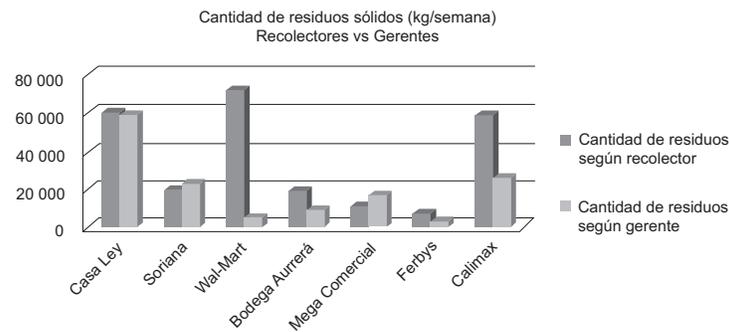


Fig. 2. Comparación de la cantidad total de residuos generados por cadena de supermercados localizados en Mexicali; estimaciones según recolectores y gerentes

el contrario, en las cadenas Calimax, Ferbys, Bodega Aurrerá y Wal-Mart se encontró que la estimación de residuos proporcionada por los recolectores es mayor.

Durante la evaluación en tres sucursales de supermercados –correspondientes a una cadena local, una regional y una nacional–, se encontró que existe una diversidad de residuos sólidos que se generan en cada una de las sucursales y su manejo difiere de una a otra.

En el supermercado de cadena regional, la mayor parte de los residuos que se generan –salvo el cartón, cajas de cartón enceradas, algunas cajas de plástico y cajas de madera–, el 55 % restante se mezcla con otros residuos y lo tiran en el contenedor. Incluso productos que ellos consideren de merma, son desechados antes de caducar.

Los residuos de frutas, verduras, carnes, pescados y embutidos son despedazados con una pala y dispuestos en un contenedor junto con insecticidas y productos de cuidado personal. El contenedor en esta sucursal se encuentra afuera del área de recibo, donde se observó en repetidas ocasiones a “pepenadores” que trataban de obtener del mismo

algunos residuos comestibles. El contenedor es un compactador, el cual posee un desagüe de lixiviados que se van directamente al drenaje; el desagüe es bombeado por lo menos dos veces a la semana ya que se tapa.

En el supermercado de cadena local, el residuo que más se genera es el cebo de carne, el cual es recolectado por una empresa para ser reutilizado como aceites y venderlo a otras compañías para fabricar comida para perros y producir jabón. En cuanto a los residuos de frutas y verduras todavía en buen estado, son donados a centros de rehabilitación, al igual que en el supermercado de cadena nacional.

Después de conocer los tipos de residuos sólidos que generan en cada una de las sucursales en las que se realizó la cuantificación, se procedió a comparar las cantidades de RS que los gerentes mencionaron que se generaban en la sucursal a su cargo y lo que se encontró después de la revisión de los residuos. En el **cuadro I** se muestra un comparativo entre la información proporcionada por el gerente del supermercado y la caracterización *in situ* (kg/semana).

CUADRO I. RESIDUOS SÓLIDOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO (COMPARATIVO ENTRE LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL GERENTE DEL SUPERMERCADO Y LA CARACTERIZACIÓN *in situ*, KILOGRAMOS/ SEMANA)

Tipo de residuo	Supermercado cadena regional		Supermercado cadena local		Supermercado cadena nacional	
	Información del gerente	Cantidad caracterizada	Información del gerente	Cantidad caracterizada	Información del gerente	Cantidad caracterizada
Cartón	5250	5375	400	1342.5	2800	3521.65
Madera	Desconoce	6.93	Desconoce	76.73	Desconoce	3447.89
Plásticos	Desconoce	338.65	Desconoce	27.67	150	225.89
Orgánico	Desconoce	4181.99	250	711.31	2100	1834.81
Cebo de carne	Desconoce	95.63	150	3624.9	200	215.08
Basura	1000	1925.04	300	1032.52	2100	1139.58

Fuente: encuestas aplicadas a gerentes de tres sucursales y caracterización *in situ*

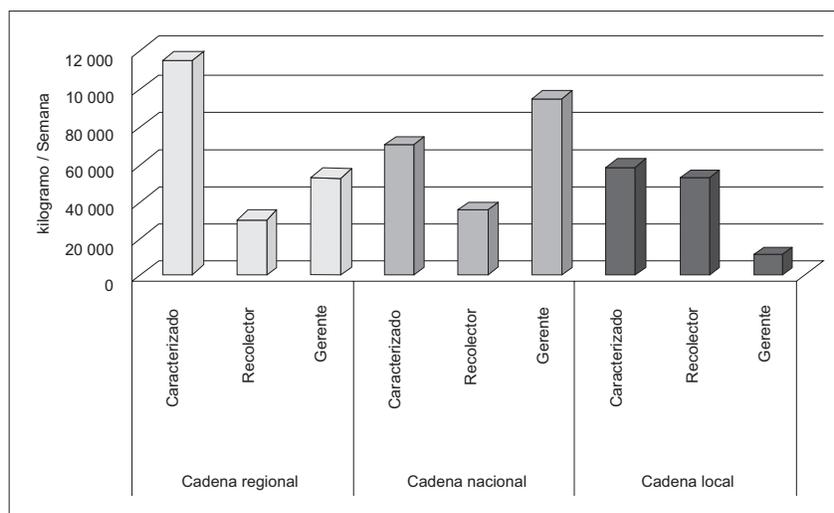


Fig. 3. Comparación de cantidad de residuos sólidos generada según recolectores, gerentes de supermercados y la caracterizada *in situ* en tres supermercados

En la **figura 3** se muestran las diferencias en cantidad de residuos según tres fuentes: recolectores, gerentes o encargados de sucursales y la caracterización realizada en tres sucursales de cadenas diferentes. Se observa que en las cadenas de supermercados regional y local existe una gran diferencia entre las cantidades de residuos señaladas por los gerentes y recolectores con respecto a la medición realizada, lo cual indica el desconocimiento de la generación y composición de los residuos. En la cadena de supermercado nacional, la cantidad caracterizada de residuos es menor que lo indicado por el gerente de la sucursal; esto se debe a que los empleados anotan cantidades mayores de residuos de las que realmente tiran al contenedor.

Los residuos, generalmente frutas y verduras, que representan aproximadamente el 8 %, así como algunas mermas, son colocados debajo de las cajas y en la parte superior colocan orgánicos en mal estado. El guardia a su vez sólo se encarga de revisar el cuerpo del empleado y observa de manera superficial lo que se desecha en el contenedor.

CONCLUSIONES

El análisis de generación determinó una subestimación, por parte de los gerentes de sucursales, de las cantidades de residuos sólidos producidas en los sitios de estudio.

El análisis de generación determinó una diferencia en la cantidad y composición de los residuos sólidos entre las diferentes tiendas objeto de estudio, lo cual confirma la influencia del tipo de bienes comercia-

lizados y el monto de ventas en la generación de los residuos sólidos.

Alrededor del 70% de los residuos sólidos que se producen en el área de estudio son materiales susceptibles de reciclar.

Las Normas Oficiales Mexicanas NMX-AA-015-1985 (SECOFI 1985c) y la NMX-AA-019-1985 (SECOFI 1985a) no son aplicables para muestrear y cuantificar los residuos sólidos que se producen en estos sitios.

DISCUSIÓN

Los gerentes de los supermercados desconocen las cantidades y tipos de residuos que generan, ya que una vez comparada con la caracterización *in situ*, existe gran diferencia en la información proporcionada por éstos con la medición que se realizó. En ninguno de los tres supermercados pesan la basura, y consideran algunos residuos que pueden ser reciclados, como los diferentes tipos de plásticos (PET, film, envoltura), aluminio y diversos tipos de papel, como basura que depositan sin ningún control al contenedor.

El 4 % de todos los residuos generados en las tres sucursales de supermercados son los que deberían de llegar al relleno sanitario, siempre y cuando los demás materiales se separen correctamente para su reutilización y reciclaje.

Los gerentes de cada uno de los supermercados deben contar con un directorio actualizado de las empresas dedicadas a la recolección por tipo de

residuo, ya que se encontró que desconocían que podían vender algunos de los residuos que generan. Así mismo deben estar informados de las características que deben poseer los residuos al momento de la separación para que sean aceptados por las recicladoras.

No fue posible muestrear los residuos de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NMX-AA-015-1985 debido a que se dificulta homogenizar los residuos y tomar una muestra uniforme (SECOFI 1985c). Por esta razón, se decidió realizar un muestreo *in situ*, adecuando la Norma NMX-AA-019-1985 para obtener el peso de los residuos en kilogramos en lugar del peso volumétrico (kg/m^3) (SECOFI 1985a). La decisión obedece a que los gerentes de los supermercados no accedieron a que se compactaran los residuos y a esperar que se llenara un recipiente de volumen conocido, en tanto deben colocar la basura en el contenedor conforme se genera.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada. Asimismo, se agradece al oceanólogo Enrique Villegas Ibarra, Director de Ecología del municipio de Mexicali, el apoyo brindado para la ejecución de este estudio, así como la información proporcionada. De igual manera, se agradece a las empresas que autorizaron que se realizara la caracterización en sus instalaciones. Se agradece a la Dra. Ana Luz Quintanilla Montoya, al Dr. Michael Schorr Wiener, al Dr. Nicola Radnev Nedev, a la Arq. Claudia Jacobo Alatríste y a estudiantes colaboradores el apoyo brindado.

REFERENCIAS

- Armijo C., Ojeda S. y Ramírez E. (2008). Solid waste characterization and recycling potential for a university campus. *Waste Manage.* 28, S21-S26.
- ANTAD (2008). Directorio de asociados de ANTAD. Asociación Nacional de Tiendas de Autoservicio y Departamentales de México.
- Ávila H. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación*. Edición electrónica. www.eumed.net/libros/2006c/203/. Fecha de consulta: 27 de marzo, 2008.
- Buenrostro O., Bernache G., Cram S. y Bocco G. (1999). Análisis de la generación de residuos sólidos en los mercados municipales de Morelia, México. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 15, 27-32.
- Campayo C. (2002). Los supermercados y su entorno en las distintas zonas urbanas. *Distribución y consumo.* 66, 61-75.
- Comisión Mexicana de Infraestructura Ambiental (2003). *La basura en el limbo: Desempeño de gobiernos locales y participación privada en el manejo de residuos urbanos*, 98 pp.
- Díez R., Coll V. y Blasco O. M. (2008). *Guía didáctica de estadística descriptiva para las ciencias sociales*. Universidad de Málaga, 298 pp.
- Fernández A. y Sánchez M. (2007). Guía para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). www.unido.org/fileadmin/import/72852_Gua_Gestin_Integral_de_RSU.pdf. Fecha de consulta: 8 de febrero, 2008.
- Fierro A., Armijo C., Taboada P., Aguilar Q. y Bravo M. (2008). Problemática de la generación de residuos sólidos en supermercados de la ciudad de Mexicali, Baja California. XVI Congreso de ingeniería sanitaria y ciencias ambientales. DF, México, 21-26.
- Hernández R., Fernández C. y Baptista P. (2003). *Metodología de la investigación*. 3a ed. Mc Graw Hill. Ciudad de México, 501 pp.
- INAP (1986). Guía Técnica 19. Administración de los residuos sólidos en el municipio. Instituto Nacional de Administración Pública. Ciudad de México, 43 pp.
- Ojeda S., Lozano G., Morelos R. y Armijo C. (2008). Mathematical modeling to predict residential solid waste generation. *Waste Manage.* 28, S7-S13.
- Schmelkes C. (1998). *Manual para la presentación de anteproyectos e informes de investigación*. 2a ed. Oxford. Ciudad de México, 206 pp.
- SECOFI (1985a). Norma Mexicana NMX-AA-019-1985. Protección al ambiente; contaminación del suelo; residuos sólidos municipales; Peso volumétrico “*in situ*”. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Dirección General de Normas.
- SECOFI (1985b). Norma Mexicana NMX-AA-022-1985. Protección al ambiente; contaminación del suelo; residuos sólidos municipales; Selección y cuantificación de subproductos. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Dirección General de Normas.
- SECOFI (1985c). Norma Mexicana NMX-AA-015-1985. Protección al ambiente; contaminación del suelo; residuos sólidos municipales; muestreo; método de cuarteo. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Dirección General de Normas.
- SEDESOL (2001). Manual para el establecimiento de un programa regional de reciclaje. Secretaría de Desarrollo Social. México D. F., 52 pp.
- SEMARNAT (2001). Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México D.F., 228 pp.

SEMARNAT (2003). Ley General para la prevención y gestión integral de los residuos y su reglamento. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. 8 de Octubre, 2003. México D. F., 214 pp.

SEMARNAT (2006). Guía para la elaboración de programas municipales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México D. F., 50 pp.

Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California. (2007). Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Estado de Baja California. Periódico Oficial No. 40, Tomo CXIV. 28 de Septiembre, 2007. Mexicali.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Índice de figuras iv

Índice de tablas vi

Capítulo I. Introducción

1.1 Introducción 1

1.2 Antecedentes 3

1.3 Planteamiento del problema 8

1.3.1 Objetivo general 8

1.3.2 Objetivos específicos 8

Capítulo II. Marco teórico

2.1 La planeación estratégica 10

2.2 El análisis FODA 11

2.3 Los residuos sólidos municipales y su clasificación 12

2.3.1 Definición de residuos sólidos (RS) 12

2.3.2 Clasificación de los RS 13

2.4 Generación de los RS en México y factores que intervienen
en su composición 15

2.5 La producción más limpia 24

2.6 Los supermercados en la zona urbana de Mexicali	25
2.6.1 Definición de supermercado	25
2.6.2 Características de los supermercados	27
2.6.3 Evolución de los supermercados	28
2.7 Elementos que componen un sistema de manejo integral de RS	30
2.8 Gestión integral de RS (GIRS)	40
2.8.1 Definición de gestión integral de residuos	40
2.8.2 Ciclo de los RS	41
2.8.3 Almacenamiento	41
2.8.4 Recolección, tratamiento y disposición final	42
2.9 Marco jurídico de la gestión de RS en México	46
2.9.1 Origen de la regulación de residuos	46
2.9.2 Regulación en materia de RS	48
2.9.3 Acuerdos ambientales bilaterales y multilaterales	53
2.9.4 Reglamento del Estado de B.C. y municipio de Mexicali	57
2.9.5 Normas Oficiales Mexicanas	59
2.10 Residuos aprovechables	64
2.10.1 Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos (RSO)	66
2.10.1.1 Alimentación animal	66
2.10.1.2 Composta	67
2.10.2 Experiencias sobre el aprovechamiento de los RSO	69
2.10.3 Aprovechamiento de los residuos sólidos inorgánicos (RSI)	70
2.10.3.1 Papel	70

2.10.3.2 Tetrapack	71
2.10.3.3 Plásticos	71
2.10.4 Experiencias del aprovechamiento de los residuos inorgánicos	72
Capítulo III. Método y materiales	73
Capítulo IV. Resultados	85
Capítulo V. Conclusiones y discusiones	106
Capítulo VI. Propuestas	111
Referencias	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comportamiento anual de la generación de residuos en México	16
Figura 2. Generación de RS por región	18
Figura 3. Composición de los RSM en México	19
Figura 4. Porcentaje en peso por tipo de RS generado en supermercados	85
Figura 5. Comparación de la cantidad total de residuos generados por cadenas de supermercados en Mexicali, estimaciones según gerentes y recolectores	87
Figura 6. Comparación de cantidad de RS generada según recolectores, gerentes de supermercados y la caracterizada in situ en tres supermercados	90
Figura 7. Porcentaje de la cantidad en kg/sem. de RS por tipo generados en tres supermercados	98
Figura 8. Cantidad en kg/sem. de residuos generados en cadena regional, local y nacional de supermercados	99
Figura 9. Cantidad en kg/sem. de diversos tipos de plásticos generados en tres sucursales de supermercados	101
Figura 10. Cantidad en kg/sem. por tipo de papel generado en tres sucursales de supermercados	102
Figura 11. Cantidad en kg/sem. de residuos orgánicos, generados en una Cadena nacional y regional de supermercados	103

|

Figura 12. Porcentaje de cebo de carne generado en tres cadenas de supermercados

104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición de los residuos por zona geográfica	19
Tabla 2. Generación de basura por tipo de localidad	21
Tabla 3. Principales supermercados y tiendas de autoservicio en México 1993-2003	29
Tabla 4. Normas y estándares ISO sobre SGMA	39
Tabla 5. Planta de composta	67
Tabla 6. Residuos sólidos en el área de estudio	88
Tabla 7. Matriz FODA	93
Tabla 8. Ingreso aproximado anual que podría obtener una cadena de supermercados regional, si se realizara la separación de sus residuos	95
Tabla 9. Ingreso aproximado anual que podría obtener una cadena de supermercados nacional, si se realizara la separación de sus residuos	96
Tabla 10. Ingreso aproximado anual que podría obtener una cadena de supermercados local, si se realizara la separación de sus residuos	97
Tabla 11. Especificaciones de compra de los diversos residuos que solicitan las recicladoras	105

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

El manejo de los residuos sólidos (RS) en México representa un problema debido a diversos factores, como la falta de información básica, recursos económicos limitados para explorar sistemas y tecnologías adecuadas de tratamiento de residuos e insuficiencia en su recolección, entre otras (Comisión Mexicana de Infraestructura Ambiental, 2003).

En el plano normativo, se están realizando esfuerzos para que todos los generadores de residuos enfrenten la parte de responsabilidad que les corresponde para manejar sus propios residuos (SEMARNAT, 2001). Sin embargo, para hacer frente a este principio de responsabilidad compartida, es necesario contar con información básica sobre tasas de generación así como las características de los residuos. Con esta información será posible la planeación y gestión adecuada de los RS (SEMARNAT, 2006).

En la ciudad de Mexicali se han realizado diversos estudios de generación de residuos, sin embargo, en el sector comercial (Fernández, 2007), más específicamente supermercados, se desconocen las cantidades de RS generados. En esta investigación se propone desarrollar una metodología de evaluación para conocer la composición de los RS y planear una mejor gestión.

Esto también servirá para que el municipio de Mexicali cumpla con lo dispuesto en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos (SEMARNAT, 2003). El artículo 12 de la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Estado de Baja California, señala que los grandes generadores de residuos están obligados, entre otras cosas, a registrarse ante la autoridad estatal competente, establecer planes de manejo para los residuos que manejen, llevar una bitácora anual del volumen y tipo de residuos generados anualmente, la forma de manejo de los residuos a las que fueron sometidos y conservar durante dos años la bitácora (Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California, 2007).

El supermercado es un establecimiento comercial (Burruezo, 2003) de venta al detalle (Lamb, 2006) con una amplia gama de productos en régimen de autoservicio (Miquel, 2006), diseñados para satisfacer las necesidades de alimentación y productos para el hogar de los consumidores (Kotler, 2006) y cuya superficie oscila entre 501 a 4,500 m² (ANTAD, 2008). Los supermercados pequeños, tienen entre dos y cuatro cajas de salida, mientras que los supermercados grandes presentan cinco o más cajas (Camarero, 2005), existen diversas formas de supermercados aunque los que predominan en la ciudad de Mexicali son: de proximidad, de tamaño reducido y vinculado a las características de la clientela de la zona; así como los especializados, con gran importancia en las secciones de calidad como carnicería, pescadería, frutería, panadería, entre otros (Sainz, 2001).

En cada supermercado se generan diariamente toneladas de desechos en forma de embalajes, plásticos, metales no ferrosos, orgánicos, etc. (Fierro, 2010) que no se gestionan para su reutilización o reciclaje (Montagut, 2007). Sólo en algunos supermercados se lleva a cabo la separación específica en fuente (SEF) (SEDESOL, 2001), esta separación se debería realizar en el supermercado por cada jefe de departamento. Los residuos generados en estos establecimientos se componen, en su mayor parte, por residuos alimenticios de origen vegetal y animal, y en general por productos o materias orgánicas que se descomponen en un tiempo muy corto generando malos olores y fauna nociva, por lo que requieren de una rápida recolección (INAP, 1986).

Sin embargo, los residuos inorgánicos que se generan, como plástico, aluminio, papel y la mayoría de los empaques, es posible aprovecharlos nuevamente en la actualidad por medio del reciclaje (SEDESOL, 2001), que es la mejor opción para el cuidado del ambiente y evitar efectos dañinos a la salud de la población. El presente trabajo tuvo por objetivo caracterizar el manejo de los desechos en supermercados en la zona urbana de Mexicali y proponer acciones de reciclaje y aprovechamiento de los residuos, minimizando el impacto ambiental

1.2 Antecedentes

El problema de la basura se ha convertido en la actualidad en un tema difícil de solucionar (SEDESOL, 2005). Los desechos son un reflejo de la sociedad, la cantidad y calidad de la basura puede aportar datos significativos respecto de la historia del hombre, de sus conductas sociales y pautas de consumo (Frid, 2006), el ciclo de uso de un producto, inicia sin duda en la naturaleza, de la cual se extraen diversas materias primas y se obtienen recursos para la producción (Red Nacional de Acción Ecológica, 1991). Por ejemplo el papel y el cartón vienen de los árboles, el vidrio es hecho de cenizas de soda, arena y cal y el plástico es hecho a partir del petróleo (Comisión Nacional de Medio Ambiente, 1994).

Aunque los residuos sólidos municipales son tan sólo una parte de los residuos generados, por su importancia consumen alrededor de la tercera parte de los recursos invertidos por el sector público para abatir y controlar la contaminación (OCDE, 2001). Los residuos sólidos pueden tener varios efectos negativos, cuando los residuos son vertidos en aguas superficiales alteran la estructura física del hábitat e impactan negativamente la calidad del agua; el agua de los acuíferos puede contaminarse por la infiltración de los lixiviados derivados de los residuos que contienen materiales tóxicos depositados sobre ellos (SEMARNAT-INE, 2001 y 2004).

Los residuos también afectan la calidad del aire, ya que están asociados frecuentemente a la generación de malos olores, la producción de gases,

humos y partículas en suspensión por la quema intencional o espontánea de la basura, así como también deteriora el paisaje (López, 1980) provocando la presencia de roedores e insectos portadores de enfermedades como el cólera, disentería, leptospirosis, y amebiasis entre otras (Arroyo, 1997). Por lo anterior el análisis de los residuos es de gran utilidad, ya que permite no sólo conocer el pasado, sino que aporta información importante para la toma de decisiones respecto del sistema de tratamiento y eliminación de la basura (Tchobanoglous, 1993).

Por lo general el desarrollo de cualquier región viene acompañado de una mayor producción de desechos sólidos y, sin duda, ocupa un papel importante entre los distintos factores que afectan la salud de la comunidad. Por lo tanto, constituye de por sí un motivo para que se implementen las soluciones adecuadas para resolver los problemas de manejo y disposición final (ONOPLAN, 2001). Los residuos sólidos urbanos (RSU) son los que provienen de actividades dentro de establecimientos, casas habitación o en las vías públicas así como los resultantes de limpieza de las vías y lugares públicos (SEMARNAT, 2003).

En México de 1992 al 2004, la generación total de RSM se incrementó 57 %, alcanzando 34.6 millones de toneladas en el último año; este incremento está relacionado con el crecimiento demográfico del país, pero también se debe a que la generación de residuos por habitante se ha incrementado. La generación

media de residuos per cápita diaria aumentó de 0.650 kg/hab/día en 1988 a 0.922 kg/hab/día en el año 2004 (INEGI, 2005), valor que, sin embargo aún se encuentra por debajo del promedio de los países miembros de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE).

La generación per cápita también muestra diferencias importantes entre las diferentes entidades federativas. Los habitantes de los estados muy urbanizados como el Distrito Federal, Nuevo León, Estado de México y Baja California generaron en el año 2000 más de un kilogramo diario por persona en contraste con el promedio producido por los habitantes de otros estados menos urbanizados como Oaxaca, Chiapas, Hidalgo y Zacatecas cuya generación no rebasó los 650 gramos diarios.

La composición depende en gran medida de los niveles y patrones de consumo, así como las prácticas de manejo y minimización de residuos. En general existe una correlación entre la composición de RSM generados y las condiciones económicas de los países, aquellos con menores ingresos generan menos residuos y sus componentes son menos reciclables (BID-OPS, 1997). En México poco más de la mitad de los residuos son de naturaleza orgánica, correspondiendo el 49 % restante a residuos inorgánicos.

El volumen de los RSM que se reciclan en México aunque se ha incrementado, aún es muy bajo, ya que en el país se recicla apenas el 2.4 % del volumen de

los residuos generados; sin embargo ya que mucha basura se puede reciclar se recupera directamente en los contenedores y en los vehículos de recolección, esta cifra podría llegar al 12 % (SEDESOL, 2005). Las primeras cifras confiables en materia de residuos sólidos urbanos fueron generadas en la época de los ochentas por entidades como la Secretaría de Mejoramiento del Ambiente de la entonces Secretaría de Salubridad y Asistencia, la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología entre otras.

En la década de los noventa otros organismos gubernamentales y no gubernamentales han obtenido datos, como el Instituto Nacional de Ecología, la Agencia de cooperación de Japón (JICA), las cámaras industriales, la Asociación Mexicana de Control de los residuos sólidos y peligrosos (AMCRESPAC) así como gobiernos estatales y municipales (INE, 2005). En la actualidad existe preocupación en el tema, por ello el XIX Ayuntamiento de Mexicali, B. C., en el Plan de Desarrollo Municipal de Mexicali, B. C. 2008-2010 (PMDE), realizó un diagnóstico sobre la situación ambiental del municipio, en el cual identifica que los desechos sólidos es uno de los problemas ambientales más importantes, sin embargo, el plan no especifica la magnitud del problema.

El Ayuntamiento de Mexicali, a través de la dirección de Obras Públicas llevaron a cabo el proyecto de “Mejoramiento en el sistema de residuos sólidos para Mexicali, B. C.”, a cargo del Ing. Arturo Espinoza Jaramillo, con la finalidad de

obtener mejoras en los sistemas de recolección y disposición final de residuos sólidos, incluyendo analizar la construcción de un nuevo relleno sanitario, estación de transferencia y equipo de recolección para proveer un servicio adecuado a la comunidad. La recepción de la etapa uno del proyecto se realizó el 29 de agosto del 2002. Sin embargo, a pesar de contar con esos estudios, en el municipio de Mexicali los problemas derivados de la generación y manejo de residuos sólidos no se han resuelto.

1.3 Planteamiento del problema

a) Objetivo general

Caracterizar el manejo de los desechos en supermercados en la zona urbana de Mexicali y proponer acciones de reciclaje y aprovechamiento de los residuos, minimizando el impacto ambiental.

b) Objetivos específicos

- Analizar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) de los desechos generados en supermercados en la zona urbana de Mexicali.
- Determinar las características de la generación de los desechos en supermercados de la zona urbana de Mexicali, en su aspecto cualitativo y cuantitativo.

- Identificar las mejores prácticas para el manejo de los desechos en los supermercados de la zona urbana de Mexicali.
- Analizar las alternativas de tratamiento de los desechos en supermercados y las posibilidades de recuperación de materiales reciclables provenientes de los desechos de supermercados.
- Describir y recomendar el uso de tecnologías y acciones a seguir en el manejo de los desechos generados en supermercados de la zona urbana de Mexicali.

c) Meta

Con base a los resultados obtenidos se elaborará una propuesta para el manejo adecuado de los desechos en el sector supermercados, en el cual se obtenga el mayor provecho de los mismos.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 La planeación estratégica

La planeación estratégica es el proceso cíclico por el cual los dirigentes ordenan sus objetivos (Sallenave, 2002) de manera realista, coherente y orientado a las acciones futuras que habrán de ejecutarse en la empresa, utilizando los recursos disponibles y estableciendo los mecanismos de control necesarios (Rodríguez, 2004) para la toma de decisiones adecuada (Douglas, 2006) con el objeto de obtener los logros deseados (Álvarez, 2006).

Los principales componentes de la planificación estratégica incluyen la identificación de problemas sobre la base de un análisis de la situación actual (Kobus, 2003), la elaboración de objetivos prioritarios para hacer frente a los problemas (Valdés, 2005) y finalmente dar seguimiento y evaluar los progresos para obtener información para realizar modificaciones y mejoras (Kobus, 2003).

La planeación es importante porque descubre nuevas oportunidades, anticipa y evita problemas futuros, desarrolla estrategias y comprende la incertidumbre y riesgos con varias opciones (Hellriegel, 2006). La planeación permite a las empresas incrementar sus ingresos y rentabilidad, ganar una mayor

participación en el mercado así como reducir los costos y racionalizar los recursos (Zabala, 2005), procurando una utilización racional de los recursos disponibles o los que podría disponerse, evitando de esta forma que se usen de manera desordenada y sin metas claras (Chinchilla, 2007).

Una estrategia integral debe abordar todas las partes del sistema de residuos sólidos incluyendo: recolección, reciclaje, transporte, tratamiento, eliminación, recuperación de costos y participación del sector privado (Kobus, 2003).

2.2 El análisis FODA

La herramienta de análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) no sólo debe permitir la identificación de las competencias distintivas de una corporación (Brenes, 2006), es decir las capacidades y los recursos específicos con que una empresa cuenta y la mejor manera de utilizarlos, sino también identificar las oportunidades que la empresa no es capaz de aprovechar actualmente debido a la falta de recursos adecuados (Wheelen, 2007).

El FODA analiza el medio ambiente externo e interno. La parte interna se relaciona con los aspectos con los cuales el planeador tiene un grado de control, el cual trata del análisis de las fortalezas y debilidades de la

organización (Haime, 2008). La parte externa revela las oportunidades y amenazas clave que debe enfrentar la empresa en su entorno (Zambrano, 2007).

2.3 Los residuos sólidos municipales (RSM) y su clasificación

2.3.1 Definición de residuos sólidos

Según la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) se denomina residuo sólido a “a aquellas materias generadas en las actividades de producción y consumo que no han alcanzado un valor económico en el contexto en que son producidos” (Racero, 2006).

“Residuo sólido es cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo genero” (Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, 1993).

Según la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Residuo es “un material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en

recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto de esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven” (SEMARNAT, 2003).

La Norma Oficial Mexicana, define los residuos sólidos como “aquellos que provienen de casas habitación, sitios de servicios privados y públicos, demoliciones, construcciones, establecimientos comerciales y de servicios” (NOM-083-ECOL-1996). Debido a que su manejo es responsabilidad de los ayuntamientos, se les conoce con el nombre de residuos sólidos municipales (RSM).

2.3.2 Clasificación de los residuos sólidos

Los residuos sólidos se pueden clasificar de diversas formas y criterios, dependiendo su utilidad o desde el punto de vista económico el cuál puede ser reciclable o no reciclable por su composición química pueden ser orgánicos o inorgánicos (ONUDI, 2007) y su fuente de origen en: domiciliarios, comerciales, de vías públicas, institucionales, de mercados, hospitalarios e industrias, cuyos porcentajes en peso varían de acuerdo a la fuente generadora, la zona geográfica, el nivel socioeconómico y la época del año.

- a) Residuos de mercados: son generados en establecimientos y se componen, en su mayor parte, por residuos alimenticios tanto vegetales como animales, y en general por productos o materias orgánicas que se pudren con facilidad en lapso de tiempo muy corto, por lo que requieren de una rápida recolección (Secretaría de Gobernación, 2007).

- b) Residuos domiciliarios: son todos aquellos que se generan en casa-habitación, para los cuales, no se requiere ninguna técnica especial para su control (INE, 2005).

- c) Comerciales: son generados en todo tipo de establecimiento comercial.

- d) Institucionales: son originados en oficinas públicas y privadas. Este tipo de residuo no representa peligro y son fácilmente manejables, desde su proceso de generación hasta su disposición final.

- e) De vías públicas: son los que se generan por la limpieza de calles, avenidas, parques, jardines, rastros y demás lugares públicos. Una vez recolectados pueden ser colocados directamente en los lugares de disposición final.

- f) De hospitales: se generan en hospitales, así como clínicas, laboratorios y centros de investigación médica. Están compuestos por diferentes tipos de residuos como alimenticios, de material sintético y residuos que pueden ser peligrosos, potencialmente peligrosos o incompatibles, por lo cual requieren un tratamiento adecuado.

- g) Industriales: Son generados en cualquier proceso de extracción, beneficio, transformación o producción. Estos residuos al igual que los anteriores se pueden clasificar en peligrosos, potencialmente peligrosos y no peligrosos dependiendo de sus características físicas, químicas y biológicas, así como del tipo de industria que los generó y también requieren un tratamiento especial (Secretaría de Gobernación, 2007).

2.4 Generación de residuos sólidos en México y los factores que intervienen en su composición

La basura que se produce en el municipio durante un tiempo determinado; generalmente, el valor más representativo se obtiene con base a la generación promedio de residuos sólidos por habitante, medido en kg/hab-día, a partir de la información obtenida de un muestreo estadístico aleatorio en campo, con

duración de ocho días para cada uno de los estratos socioeconómicos (SEMARNAT, 2005).

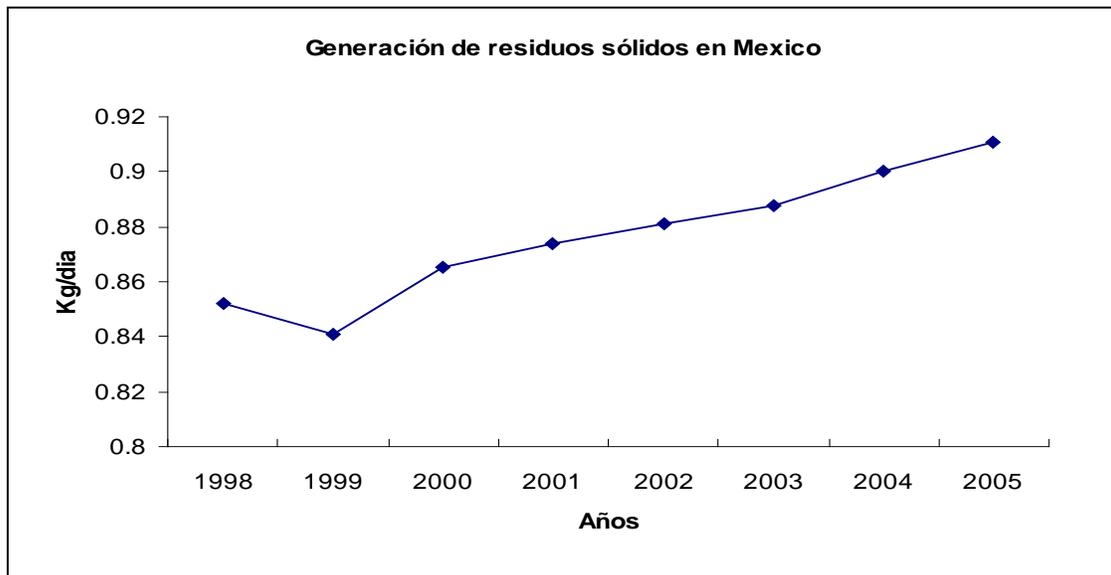


Figura 1. Comportamiento anual de la generación de residuos en México.

Fuente: elaboración propia, utilizando datos del INEGI, 2007

En la Figura 1, se muestra la generación per cápita de residuos sólidos que se ha incrementando anualmente. De 1997 a 2004 la generación per cápita fue de cuatro kilogramos al año, alcanzando la cifra de 328 kilogramos por habitante. Esta generación muestra diferencias importantes entre las entidades federativas. Los habitantes de estados muy urbanizados como Distrito Federal, Nuevo León, Estado de México y Baja California generaron en el año 2004 más de un kilo de residuos diarios por persona, en contraste de lo que generaron en promedio los habitantes de estados menos urbanizados como Oaxaca, Hidalgo,

Zacatecas y Tlaxcala cuya generación no rebasó los 700 gramos diarios (SEDESOL, 2005).

La proyección al año 2020 de residuos sólidos urbanos será de 1,060 gr/día (SEMARNAT, 2009). El incremento obedece a la aparición en la década de los 80's de productos y envases desechables que ganaron con prontitud la preferencia de los consumidores, al ofrecer comodidades antes inexistentes, y que ahora ante lo extensivo de su uso, generan toneladas de basura. El principal problema con este tipo de artículos es su vida útil tan corta.

Los residuos sólidos municipales se producen mayormente en la región Centro (50 %), siguiéndole la región Norte (18 %) y el Distrito Federal (13 %). Durante el periodo de 1997-2004, la zona Centro, la Frontera Norte y la zona Sur incrementaron de manera significativa su generación de residuos (24, 35 y 17 % respectivamente), destacando la zona Centro que alcanzó una generación de 17 millones de toneladas de RSM en 2004 como se muestra en la Figura 2.



Figura 2. Generación de residuos sólidos por región, 2004 (toneladas y porcentaje de contribución). Fuente: SEDESOL, 2005

De las toneladas que se generan diariamente, el mayor componente más del 50 % es una mezcla de residuos orgánicos de cocina alimentos y de jardín como se muestra en la Figura 2.

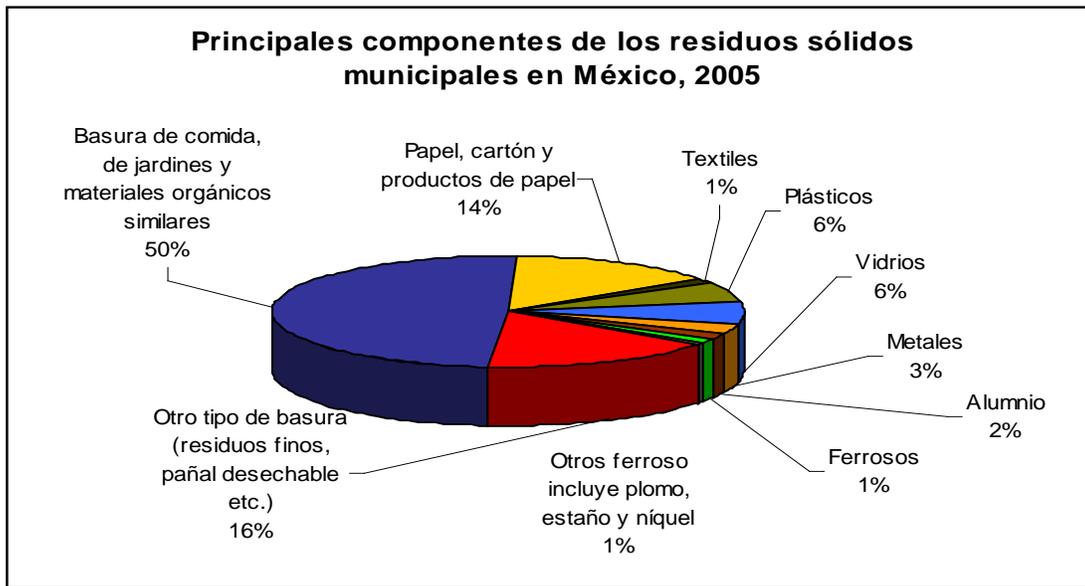


Figura 3. Composición de los RSM en México. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI, 2007

La composición de los residuos sólidos no es homogénea (Rodríguez, 2002) en todo el territorio nacional; responde a la distribución de hábitos de consumo, poder adquisitivo de la población. Así la composición donde hay áreas verdes contiene mayor contenido de residuos de jardinería, y las zonas densamente pobladas este mismo subproducto aparecen en menor proporción (Banobras, 1998).

Tabla 1. Composición de los residuos por zonas geográficas (porcentajes)

Subproducto	Frontera norte	Norte	Centro	Sur	D. F.
Cartón	3,973	4.366	1.831	4.844	5.360

Residuos finos	1,369	2.225	3.512	8.078	1.210
Hueso	0.504	0.644	0.269	0.250	0.080
Hule	0.278	0.200	0.087	0.350	0.200
Latas	2.926	1.409	1.700	2.966	1.580
Material Férreo	1.183	1.476	0.286	0.399	1.390
Material no férreo	0.226	0.652	0.937	1.698	0.060
Papel	12.128	10.555	13.684	8.853	14.580
Panel desechable	6.552	8.308	6.008	5.723	3.370
Plástico de película	4.787	5.120	1.656	1.723	6.240
Plástico rígido	2.897	3.152	1.948	1.228	4.330
Residuos alimentarios	26.972	21.271	38.538	16.344	34.660
Residuos de jardinería	16.091	19.762	7.113	26.975	5.120
Trapo	1.965	2.406	0.807	2.157	0.640
Vidrio de color	2.059	0.734	4.248	0.599	4.000
Vidrio transparente	4.590	5.254	50.051	3.715	6.770
Otros	11.500	12.267	12.326	14.102	10.410

Fuente: BANOBRAS, 1998

Tabla 2. Generación de basura por tipo de localidad

Tipo de localidad	Número de localidades	Población Millones de habitantes	Generación (T/día)	Generación (kg/hab/día)
Zonas metropolitanas	7	31.1	39,500	1,270
100 ciudades (Ciudades medias)	173	29.0	29,000	1,000
Localidades urbana pequeñas	267	8.1	6,500	0.802
Localidades semirurales y rurales	199,600	31.9	13,100	0.410
Total	200,000	100.1	88,100	0.880

Fuente: SEDESOL, 2002.

La generación de residuos depende principalmente de:

- El nivel de ingresos es un factor determinante en la producción de residuos, las personas, las familias y las comunidades con mayores recursos económicos tienen un mayor consumo y producen más residuos que otros sectores de la población.

- El número de personas que conforman una familia es importante ya que a mayor número de miembros, mayor será la producción de residuos, por familia o vivienda (SEDESOL, 2001)

En 1940, México tenía 20 millones de habitantes y estaba creciendo a una tasa del 2 % anual. Hacia los años 70, la población alcanzó los 50 millones de habitantes y ésta crecía alrededor del 3.3 % anual cada año. Como consecuencia de éste crecimiento demográfico hay un incremento en los volúmenes de residuos generados diariamente.

- La forma de vida de los habitantes y sus costumbres. El aumento en la generación de basura y el desperdicio de alimentos son fenómenos mas urbanos que rurales que se caracterizan por:
 - El desconocimiento y la poca valorización de la localidad, esto se evidencia en hábitos como el consumo preferentemente de productos extranjeros, la demanda de artículos que no son de temporada (que homogeniza y empobrece la dieta) y el poco consumo de alimentos silvestres de la localidad.

- Preferencias por los productos industrializados. Aumento en la ingesta de comida rápida y de comida chatarra que genera mucha basura.
 - Poco cuestionamiento en los procesos de producción, distribución, comercialización, consumo y confinamiento de productos. Se caracteriza por la aceptación de empaques, envases y envolturas excesivas, así como la poca exigencia y dialogo de los consumidores con los proveedores, para evitar las envolturas excesivas y las etiquetas poco claras de los productos.
-
- El número de habitantes del municipio, determina los centros de desarrollo del municipio, la concentración de la población, y su ingreso, así como la facilidad para consumir más productos (Hernández, 2007).
 - También cabe destacar la variación estacional de desechos, es decir cambia de acuerdo a la época del año, en verano aumenta el consumo de frutas y verduras, por lo tanto los restos orgánicos en la basura y en invierno aumenta el consumo de alimentos envasados, reduciéndose los restos orgánicos y los desechos de envases (CONAMA, 2006).

Cabe mencionar que la generación de basura por habitante ha variando en cantidad como en composición física, a medida que la economía ha pasado de agropecuaria a industrializada (SEGOG, 2004) modificando los usos y consumos han dado lugar a un aumento en el volumen de los residuos generados, (Gómez, 2003) provocando que el control de los residuos no sea del todo eficaz (SEGOB, 2004).

2.5 La producción más limpia

La minimización de los residuos comienza con la reducción en origen, es decir, disminuyendo las cantidades de residuos generados en los procesos de elaboración de bienes y servicios, valiéndose para ello de la optimización de los diseños y procedimientos (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2005), incluyendo especialmente envases y embalajes, antes de ser manufacturados o de salir del mercado (SEDESOL, 1993).

Durante la comercialización de éstos envases y embalajes se debe buscar la optimización en sus diseños, que apunten a un contenido mínimo de material y/o a la utilización de materiales que apunten a su reuso o reciclado (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2005).

La aplicación de la producción más limpia conduce a la empresa a hacer un uso óptimo de materias primas, agua, energía, entre otros insumos, permitiéndole producir la misma cantidad de productos con una cantidad menor de insumos. De esta manera se permite el uso de esos insumos en otras actividades o simplemente al dejar de utilizarlas se ayuda a la preservación de éstos. Por lo tanto, el incremento de la eficiencia productiva implica beneficios económicos y ambientales simultáneos, por lo cual la PML, debe concebirse como una estrategia empresarial la cual debe ser aplicada en cualquier tipo de empresa (Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS), 2005).

2.6 Los supermercados en la zona urbana de Mexicali

2.6.1 Definición de supermercado

El supermercado es un establecimiento minorista de venta de productos de gran consumo (alimentación seca, perecederos, aseo personal, limpieza del hogar etc.) que utiliza la técnica de venta en autoservicio (Campayo, 2002). En el sistema de autoservicio es el cliente el que toma directamente los productos de los expositores o estanterías, los examina, los compara, los agrupa y los transporta hasta la salida del establecimiento donde abona el importe total de su compra en las cajas de salida, donde existe personal exclusivamente dedicado al

cobro, siendo éste, salvo raras excepciones, el único contacto con el personal del establecimiento (Peris, 1996).

Supermercado es un comercio con una superficie que oscila entre 500 a 4500 m² (ANTAD, 2008). Según la clasificación de Nielsen, el supermercado pequeño dispone de dos a cuatro cajas de salida y el grande, cinco o más (Camarero, 2005). El supermercado ofrece un surtido de productos muy completos, en calidad como en precios, para poder servir a diferentes segmentos de mercado. Además de los productos de alimentación fresca y seca, este tipo de establecimientos ofrecen otras categorías de productos (farmacias, limpieza, ferretería, jardinería, papelería, etc.) ampliando así el surtido ofrecido a la clientela. Con frecuencia, para la venta de productos de alimentación perecedera, combinan el despacho directo con la exposición de productos ya preparados y envasados.

El concepto de supermercado incluye los formatos de tiendas siguientes:

- Mega mercados, líneas completas de productos desde alimentos, ropa, productos electrónicos, refacciones para coches, productos para mantenimiento de casas; los alimentos representan el 45% de las ventas y la superficie es de más de 10,000 m² (Schwentelius, 2006).

- Hipermercados, líneas completas de productos, los alimentos representan 50 a 60% y la superficie es de 4500 y 10 000 m².
- Supermercados, sobre todo perecederos y abarrotes, los alimentos representan 75% de las ventas y la superficie es de 500 a 4500 m² (Reardon, 2002).
- Bodegas, líneas completas de productos con instalaciones austeras, 50% de las ventas son alimentos y la superficie mayor a 2500 m².
- Clubes de membresía, líneas completas de productos, venta al medio mayoreo y menudeo y superficie mayor a 4500 m² (Schwentelius, 2006).

2.6.2 Características de los supermercados

Los supermercados se caracterizan:

- a) Según su Organización y gestión: Sus economías son de escala en base a la compra masiva, se desarrollan a través del sucursalismo, franquicias y cadenas voluntarias.

- b) Tecnología: En cuanto a su tecnología tangible cuentan con: Mobiliario expositor, sistemas frigoríficos, maquinaria (cortadora, picadora); cajas registradoras, lectura óptica (número creciente de supermercados). En cuanto a la tecnología intangible: Régimen de autoservicio, técnicas de venta por impulso y amplia gama de productos comercializados.

- c) Factores productivos: Sustitución de capital humano por capital físico y cuentan con localización estratégica en zonas residenciales (suelo comercial) (Casares, 1996).

2.6.3 Evolución de los supermercados

El primer supermercado en el mundo abrió en 1930 en Jamaica, Estado de Nueva York, Estados Unidos. En México el primer supermercado abrió en 1958, y fue la primera tienda Aurrerá, sin embargo, se extienden hasta principios de los ochenta.

En 1980, solo cinco entidades federativas absorbían más de 50 % del total de los supermercados: El Distrito Federal, 21 %, Estado de México y Veracruz, 10 % cada uno; Jalisco, 7 %, y uno Nuevo León, 3 % (Schwentesiuss, 2006).

En 1950, aparecen por primera vez los supermercados en Brasil, pero a principios de los años setentas representaban sólo el 20 % de las ventas de productos

alimenticios (Garret, 1997). Durante los años noventa se expandieron los supermercados con la participación de grandes empresas transnacionales de Estados Unidos y Francia (Schwentesius, 2006).

Tabla 3. Principales supermercados y tiendas de autoservicio en México, 1993-2003

	Inicio	1993	1997	2001-2	2003	Localización	Capital
Wal-Mart de México	1958	114	-----	235	314	Todas las grandes ciudades del país.	Estados Unidos (nacional hasta 2000), cotiza en bolsa
Gigante	1962	180	192	209	212	Todas las ciudades mayores de México.	Nacional, Estados Unidos (Fleming), cotiza en bolsa
Comercial Mexicana	1962	120	147	164	173	Todas las ciudades mayores	Nacional, Estados Unidos (Costco), cotiza en bolsa.
Soriana	1953	23	65	101	139	Ciudades mayores de 27 Estados	Nacional, cotiza en bolsa
Casa Ley	1963	42	72	97	n.d.	Ciudades mayores del noroeste	Nacional y Estados Unidos (Safeway)
Tiendas ISSSTE	1953			266	266	Todo el país	Nacional-Estatal

Fuente: (Schwentesius, 2006).

Los supermercados, se han especializado y desarrollado acorde a las necesidades y demandas de sus clientes. En su forma primitiva, eran una fusión de tiendas de productos procesados comestibles y de tiendas de frutas y verduras. Con el tiempo se han diferenciado en el tipo de productos y la forma en que los comercializan (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2004).

2.7 Elementos que componen un sistema de manejo integral de RS

El sistema de manejo integral de residuos sólidos se define como el conjunto de componentes e interrelaciones encaminados a accionar la identificación y administración eficiente desde su generación hasta su disposición final (Dávila, 2006) logrando una disminución de costos de manejo, (COMFAMA, 2007) adaptándose a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria ambiental, tecnológica, económica y social, optimizando el aprovechamiento de los materiales recuperables (Dávila, 2006) entre los mismos, vinculados a la gestión de residuos sólidos municipales.

Los sistemas de manejo ambiental constituyen enfoques organizados y formales, que proporcionan un marco para establecer objetivos y metas, así como para desarrollar estrategias para alcanzarlos y asignar recursos para su

operación. Para establecer un SMA para el manejo integral de los residuos, se requiere de un completo entendimiento de los procesos de tales residuos, de sus implicaciones ambientales y de recursos, así como de las medidas disponibles para mitigar los impactos ambientales.

Pasos a seguir para establecer un sistema de manejo integral ambiental de residuos sólidos:

- *Aspectos ambientales:* Identificar los aspectos ambientales involucrados en las distintas áreas o etapas del sistema de manejo integral de los residuos sólidos, establecer un procedimiento formal para revisar los aspectos ambientales y evaluar su significado o consecuencias, establecer un registro actualizado de los aspectos ambientales identificados y las medidas adoptadas para su prevención y control.
- *Aspectos Legales:* Desarrollar un procedimiento formal para identificar y mantener actualizada la información respecto de las disposiciones legales a seguir para lograr el manejo integral ambiental de residuos, designar personal a cargo del seguimiento con el cumplimiento de las disposiciones regulatorias.

- *Definición de políticas:* Definir una política relativa al manejo integral ambiental adecuado de los residuos, apropiada a la naturaleza, escala e impactos ambientales potenciales de las actividades, productos y servicios que comprende el manejo integral de los residuos en cada caso en particular, desarrollar e implementar un plan para dar a conocer la política a todo el personal involucrado en la gestión integral de los residuos así como a la población.
- *Objetivos y metas:* Definir objetivos y metas concretas, prácticas y alcanzables.
- *Programa de manejo ambiental de residuos:* Diseñar e instrumentar un programa que defina las acciones a desarrollar para alcanzar los objetivos y metas, determinar cuándo, cómo y con que se desarrollaran dichas acciones, desarrollando mecanismos que permitan incorporar nuevos proyectos al programa.
- *Estructura y responsabilidad:* Establecer una estructura administrativa en la que se defina el papel del personal involucrado en el sistema responsable de llevar a cabo el programa de manejo integral ambiental de los residuos, asignando las responsabilidades gerenciales para

asegurar la operación del sistema y la elaboración de los informes correspondientes.

- *Capacitación, concientización y competencias:* Desarrollar un procedimiento para determinar las necesidades de capacitación, ofrecerla, hacer el seguimiento de su impacto e identificar nuevas necesidades.
- *Comunicación:* Desarrollar un procedimiento formal para comunicar la información ambiental a la comunidad.
- *Documentación del sistema de manejo integral ambiental:* Desarrollar un procedimiento formal de registro y control de toda la documentación en la que se sustenta el sistema de manejo ambiental de los residuos.
- *Control operacional:* Con base a la información recabada acerca de los aspectos ambientales involucrados en el manejo integral de los residuos, identificar las operaciones que requieran atención prioritaria en función de la magnitud de sus impactos ambientales.

- *Preparación y respuesta a emergencias:* Identificar los posibles escenarios de emergencia y establecer los procedimientos para responder a las emergencias previstas.
- *Monitoreo y medición:* Identificar los parámetros que deban monitorearse en las áreas propensas a impactos significativos y establecer un procedimiento para su registro, incluir un requerimiento en el procedimiento para hacer el seguimiento de parámetros en la determinación del cumplimiento del objetivo y metas del programa.
- *No conformidad y acciones preventivas y correctivas:* Desarrollar un procedimiento para atender las situaciones de no-conformidad, que incluya las acciones a realizar este tipo preventivo y correctivo.
- *Auditoria del sistema de manejo ambiental:* Una vez establecido el sistema, desarrollar un procedimiento para sujetarlo a auditorias periódicas, asignar personal a cargo de realizar las auditorias (INE, 2005).

Algunos elementos son fundamentales para desarrollar procesos de manejo integrado de residuos sólidos a saber:

- La participación de todos los actores públicos, privados y comunitarios en el planteo y la concepción de los procesos y las soluciones y en la implementación del sistema de limpieza urbana;
- La integración de todos los ciclos de los residuos sólidos en los procesos de las 4R.
- La integración de todos los aspectos técnicos, ambientales, sociales, jurídicos, institucionales y políticos para garantizar la sustentabilidad de los sistemas;
- La articulación de los sistemas propuestos para los residuos sólidos con el planeamiento urbano en su totalidad.

Sin embargo, los actores que están involucrados son:

- a) La población misma, a cargo de separación y acondicionamiento diferenciado de los materiales reciclables y los otros materiales domiciliarios.
- b) Los grandes generadores, responsables de sus propios desechos

- c) Los establecimientos de salud, en los que se hace el manejo interno, de los residuos infecciosos.

- d) Las organizaciones no gubernamentales y las agencias donantes, las cuales se preocupan porque los materiales sean reutilizados o reciclados (Ministerio del Medio Ambiente, 2002)

- e) La municipalidad, a través de sus agentes, instituciones y empresas contratadas que, por medio de contratos, acuerdos y convenios de cooperación ejerce, sin ninguna duda el papel protagónico en la gestión integrada de todo el sistema (Ministerio del Medio Ambiente, 2006).

El manejo adecuado de los residuos sólidos es responsabilidad de todos los seres humanos (ya que cada uno genera diversos residuos) (Berent, 2008). Sin embargo por las Leyes establecidas en cada país, una vez que los residuos sólidos son descartados por el generador, pasan a ser responsabilidad de los gobiernos locales. La responsabilidad principal de los municipios es de organizar y manejar el sistema de aseo público, incluida la producción de infraestructura para el servicio de recolección y disposición de los residuos sólidos (SEMARNAT, 2003).

Un alto porcentaje de los presupuestos municipales se dedica al aseo urbano. A pesar de esta responsabilidad los funcionarios, representantes municipales, responsables suelen carecer de conocimientos sobre los principios técnicos y de manejo de los residuos sólidos, lo que les impide tomar decisiones acertadas para desarrollar mejores sistemas de aseo (Brown, 2003).

El manejo ambiental adecuado de los residuos sólidos es la adopción de todos los pasos prácticos necesarios para asegurar que no se provoquen efectos adversos a la salud o al medio ambiente como resultado de dicho manejo.

- Ser fácilmente entendibles por todos los actores involucrados.
- Reflejar en forma balanceada los intereses de los distintos sectores sociales.
- Ser puestas en práctica en todo el territorio nacional
- Tener un enfoque integral
- Involucrar la participación solidaria de todos los sectores sociales.
- Fomentar alianzas.
- Incentivar la prevención de la generación, la minimización y el manejo integral adecuado de los residuos (INE, 2005).

La norma ISO 14000, “requisitos para la implementación de un Sistema de Gestión Medioambiental”, ha sido elaborada por el comité ISO/TC 207 de la

Organización Internacional de Estandarización (ISO, su nombre no su sigla), fue aprobado en julio de 1996, transpuesta en octubre como norma europea (Olea, 2007).

La ISO 14000 es una serie de normas de gestión medioambiental aceptadas internacionalmente. Esta serie se ha convertido en uno de los patrones de referencia más acreditados a nivel mundial la cual incluye un conjunto de normas y estándares, como se muestra en la Tabla 5 (Martínez, 2004).

La finalidad fundamental es promover una gestión más eficaz del medio ambiente de las empresas u otras organizaciones y proporcionar instrumentos útiles (prácticas óptimas de organización) para recopilar, interpretar y transmitir información ecológicamente pertinente a fin de mejorar la actuación ambiental.

El conjunto de normas y guías ISO 14,000 define la esencia de un sistema de gestión ambiental (SGA) y los procedimientos de auditoría necesarios para verificación. También define tres conjuntos de herramientas importantes de implementar en SGA: Evaluación del ciclo de vida, evaluación del desempeño ambiental y etiquetado ecológico (Organización panamericana de la Salud, 1997).

Tabla 4. Normas y estándares ISO sobre SGMA

Norma	Título
14001	Sistema de gestión medio ambiental: Especificaciones y guías de uso
14004	Sistemas de gestión medioambiental: Pautas generales sobre los principios, sistemas y técnicas de apoyo
14010	Pautas para auditorias medioambientales: Principios generales para auditorias medioambientales (anulada por ISO 19011: 2002)
14012	Pautas para auditorias medioambientales: Criterios de calificación para auditores medioambientales.
19011	Auditoria de los sistemas de gestión de la calidad y/o medioambiental
14031	Evaluación de la actuación medioambiental: Pautas
14041	Evaluación del ciclo de vida: Análisis inventarial del ciclo de vida
14050	Términos y definiciones de la gestión medioambiental

Fuente: Martínez, 2004.

La ISO 14001 es la primera Norma de la serie y especifica los requisitos para la certificación, registro y auto evaluación de un sistema de gestión ambiental. Es una norma dirigida a la aplicación en organizaciones de todo tipo y dimensiones sean cuales sean sus condiciones geográficas, culturales y sociales. Su objetivo es el apoyo a la protección medioambiental y la previsión de la contaminación en armonía con las necesidades socioeconómicas (Organización Panamericana de la Salud, 1997).

Un estudio de caracterización es un método que permite conocer la composición de los residuos sólidos, este procedimiento permite diseñar una mejor gestión integral, logrando a su vez una optimización de los recursos disponibles para tales efectos (CONAMA, 2006). Este tipo de estudio son una base de aproximación al conocimiento del problema, de no haber un

conocimiento de caracterización que lo avale, puede ocasionar un fracaso en el sistema de gestión, elegido, haciéndolo ineficaz, ineficiente carente de sentido y alejado de las necesidades reales.

La caracterización de RS tiene su importancia en cada una de las fases de la gestión integral de los residuos sólidos (generación, almacenamiento, recogida, transporte, tratamientos intermedios y disposición final). La cantidad y composición de los residuos varía considerablemente ya que, en cada una de las fases mencionadas, existe una activa recuperación de materiales, es necesario entonces seleccionar las fases más adecuadas para que las muestras sean representativas y confiables.

2.8 Gestión integral de los RS (GIRS)

2.8.1 Definición de gestión integral de residuos

Es un conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región (SEMARNAT,

2003). La GIRS va más allá de la eliminación o el aprovechamiento por métodos seguros de los residuos y procura resolver las causas del problema “promoviendo un cambio en las pautas no sostenibles de producción-consumo y gestión” (Berent, 2010).

2.8.2 Ciclo de los RS

El análisis del ciclo de vida, más conocido en su forma inglesa como Life Cycle Assessment (LCA), es una herramienta para la evaluación sistemática de los aspectos ambientales de un producto a lo largo de todas las etapas de su ciclo de vida (Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2005), considerando las alternativas de postconsumo, como son el acopio, la transferencia, el reciclaje, el tratamiento o la disposición final (INE, 2006). Los beneficios del análisis del ciclo de vida son: identificar oportunidades para mejorar los aspectos ambientales de un producto, el diseño o rediseño de productos o procesos y la comercialización (etiquetado ambiental). Las normas 14040/41/42/43, brinda los principios o estructuras de trabajo para el estudio del análisis del ciclo de vida, pero no proporciona ningún método específico para su implementación, quedando la misma a criterio de cada empresa (Centro de información técnica, 2007).

2.8.3 Almacenamiento

Debido a que los residuos generados no se pueden eliminar de inmediato, se requiere de un tiempo, mientras se espera que sean evacuados o retirados (SEMARNAT, 2001) se requiere de un almacenamiento temporal ya que permite realizar una segregación según tipo de residuos dependiendo de cómo se comercializa en el mercado, ya que los precios varían mucho según el residuo y la demanda del mismo (Ruiz, 2005).

2.8.4 Recolección, tratamiento y disposición final

La SEDESOL estimó que en el 2004, se recolectaron hasta un 87 % de las 94,800 ton/día generada en todo el país, logrando una cobertura de recolección del 95 % en las grandes zonas metropolitanas y entre el 75 % y el 85 % en ciudades medianas, mientras que en las pequeñas áreas urbanas se alcanzó una cobertura de recolección entre el 60 y el 80 %. Del total de los residuos generados en México, solamente un 64 % se depositó en 88 rellenos sanitarios y 21 sitios controlados. Por lo que se estima que 25,000 ton/día, se depositaron en tiraderos a cielo abierto, barrancas, o bien en cualquier otro sitio sin control (SEMARNAT, 2009). Independientemente del grado de control que se tenga en el lugar, por causa de la descomposición de basura se generan emisiones importantes al medio ambiente como es el biogás, cuyos dos componentes principales (metano y bióxido de carbono) son considerados como gases de

efecto invernadero objetos del Protocolo de Kioto, compromiso internacional para enfrentar el cambio climático global (Kiss, 2007).

En el país se cuenta con 97 sitios de disposición final controlados, de los cuales solo 11 cuentan con algunas características de equipamiento consideradas como técnicamente adecuadas para los rellenos sanitarios (SEDESOL,1994). En términos de infraestructura de rellenos sanitarios, se detectan ineficiencias (Guerrero, 2004) y por otra parte, éstos no son suficientes (SEMARNAT, 2009).

La mayoría de las tecnologías de tratamiento y disposición final de los residuos empleadas en el país no son las adecuadas; esto lo avala un estudio del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria que dice que en México sólo aproximadamente el 10 % de los residuos sólidos urbanos se tratan y se disponen con una tecnología conveniente, de tal forma que el 90 % restante está ocasionando un grave impacto al medio ambiente (Berrón, 2002).

La recolección de los RS por lo general se realiza en dos turnos y ocupa entre dos y cinco trabajadores por camión incluyendo, chofer, macheteros y voluntarios, esto depende de factores como la generación por zona o sector, la concentración urbana, el grado de dificultad de ruta entre otras (Organización Panamericana de la Salud, 2002).

En la recolección de residuos sólidos también existe el sector informal (Paiva, 2006), recibiendo el nombre de pepenadores y burreros, su actividad es considerada como una actividad de los pobres y desempleados sin o de muy baja calificación, que obtienen sus productos de los basureros para su venta o para alimentarse (Florisbela, 2001). Por otra parte, se reconoce que estas personas realizan una excelente labor de reciclaje y de recuperación de recursos (SEDESOL, 1993).

La participación de la iniciativa privada como concesionaria del servicio, ya sea de forma parcial o total, a la fecha 48 ciudades importantes ha optado por privatizar algún proceso en el manejo de los residuos. En esto participan siete compañías, una de ellas tiene ocho subsidiarias en 19 ciudades del país, lo que representa el 40 % del total concesionado (Organización Panamericana de la Salud, 2003).

La opinión pública asume que el sector privado es más eficiente que el sector público y considera que también puede mejorar la calidad y los costos de los servicios prestados. En lo que respecta a la ciudad de Mexicali, se recolectaron en el año 2008, 850 toneladas diarias (Comité de Planeación para el Desarrollo de Mexicali, 2009). Es importante considerar una metodología enfocada a la localización de un sitio para la disposición final de los RS que cumpla con todos los requerimientos de la Norma Oficial Mexicana (NOM-083-SEMARNAT-2003)

como son: afectaciones a obras civiles (autopistas, aeropuertos, oleoductos, torres de energía eléctrica, áreas naturales protegidas), distancias mínima a poblaciones, cuerpos de agua, fallas geológicas, con ello se preservará lo más posible el entorno local y regional, evitando que se generen conflictos sociales, ambientales y de salud pública (Silva, 2006).

En la ciudad de Mexicali, se continúa con las obras del nuevo relleno sanitario, invirtiendo para esta obra 9.2 millones de pesos, aunado a esto, se realizó la apertura de 50,400 m³ de celda en el relleno del Ejido Benito Juárez, lo cual ha venido a incrementar la capacidad para el confinamiento de desechos sólidos. Por otra parte se compró equipamiento pesado para el confinamiento de residuos (XIX Ayuntamiento de Mexicali, 2008).

En México, las estaciones de transferencia como método para eficientar el servicio de recolección no han tenido mucho desarrollo; actualmente solo algunas ciudades como el Distrito Federal, Matamoros, Ciudad Juárez, Guadalajara, Tijuana, Querétaro, entre otras, cuentan con esta infraestructura (SEDESOL, 1994).

Por otra parte, con respecto a la aplicación de sistemas de tratamiento de RSU, autoridades municipales han recibido propuestas de nuevas tecnologías que sin embargo no han sido implantadas en el país por diversas razones (incineración,

plasma, pirolisis, entre otras). Existen sin embargo experiencias en materia de producción de composta y aprovechamiento de subproductos, ésta última utilizando bandas transportadoras y separación manual de materiales (SEMARNAT, 2009).

2.9 Marco Jurídico de la gestión de residuos sólidos en México

2.9.1 Origen de la regulación de residuos

Desde el origen de la vida, el hombre ha utilizado los recursos naturales para asegurar su supervivencia. La población humana era entonces muy escasa y los problemas medio ambientales inexistentes (Aborgase, 2001), sin embargo, el problema de la generación de residuos sólidos ha sido siempre su eliminación, ya que su presencia resulta más evidente y su proximidad molesta (OPS, 2005).

Los problemas se agravaron fundamentalmente al ir creciendo los núcleos de población y no disponer de sistemas de recogida ni de lugares adecuados para su almacenamiento (Aborgase, 2001).

La sociedad quitó los residuos de la vista, arrojándolos a las afueras de las ciudades, a los cauces de los ríos o en el mar (OPS, 2005) causando una enorme proliferación de ratas, cuyas pulgas *Xenopsylla cheapis*, provocaron durante años la peste bubónica. Los esfuerzos de las autoridades se centraron más en curar la enfermedad que en conocer y profundizar en las posibles causas que originaban la epidemia. No obstante, se ve la necesidad de organizar, aunque de forma primaria, la gestión de los residuos producidos en grandes ciudades con un enfoque básico de prevención y control de vectores sanitarios (Aborgase, 2001).

El control de los residuos sólidos municipales (RSM) generados por los habitantes del país se inició en la época precortesiana, y la salud pública quedó legalmente sustentada el 15 de julio de 1891, fecha en que se expidió el primer código sanitario elaborado por el Consejo Superior de Salubridad (INE, 2005), el cual fue establecido en la Ciudad de México el 4 de enero de 1841, estuvo integrado por cinco miembros titulares, tres eran médicos, uno farmacéutico y el quinto químico. Su labor consistía en vigilar la correcta práctica del ejercicio de la medicina y de la farmacia, de llevar a cabo acciones sanitarias en bien de la población y de realizar estudios de diversas epidemias y estadísticas de mortalidad (Boletín del Consejo Superior de Salubridad, 1896).

2.9.2 Regulación en materia de RS

La jerarquía de los preceptos jurídicos en materia ambiental en México, ubica a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos con el mayor nivel, seguido por la Ley General del Equilibrio y Protección al Ambiente, y por los convenios Binacionales y Multinacionales firmados por México y ratificados por el Senado de la República; el tercer nivel corresponde a los Reglamentos y finalmente a las Normas Oficiales Mexicanas (INE, 2005).

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos regula el tema de los residuos en diversos artículos, en particular el artículo 115 fracción III inciso c, el cual establece como atribución de los municipios prestar el servicio público de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos. El artículo 73 fracción XXIX-G de manera indirecta aborda el tema de la gestión de los residuos, en el cual establece la facultad al Congreso de la Unión para expedir Leyes que establezcan la concurrencia del gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y Municipios en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y preservación y restauración del equilibrio ecológico, (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 1917) por lo que es en este sentido que el Congreso de la Unión ha intentado regular la materia, pues finalmente la eficacia en la gestión de los residuos se relaciona con la contaminación en los suelos, los recursos hídricos, y la atmósfera (Cañas, 2006).

El 12 de marzo 1971 (INE, 2005), se expide la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental, la cual estableció que su principal autoridad de aplicación sería la entonces Secretaría de Salubridad y Asistencia (Villalobos, 2000).

En el año de 1972, se creó la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, dependiente de la Secretaría de Salubridad y Asistencia. En 1982, se creó la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), cuya Subsecretaría de Ecología quedó encargada de planear y dirigir la política ambiental; entre los avances más importantes que logró la SEDUE, es la promulgación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), el 28 de enero de 1988, (INE, 2003) y reformada en 1996 (INE, 2004). Esta Ley sustituyó a la Ley Federal de Protección al Ambiente (Villalobos, 2000).

En la LGEEPA en su artículo 7, fracción VI, se menciona que es atribución de los Estados la regulación de sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de residuos sólidos e industriales. El mismo artículo en su fracción XIII, señala. vigilar el cumplimiento de las NOMs en materia de residuos sólidos y el Artículo 8, fracción IV, Es responsabilidad de los Municipios, la prevención y control de los efectos de los residuos sólidos e industriales por las actividades asociadas con su generación,

transporte almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final (Barojas, 2002).

La Ley General del equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en su capítulo IV, sobre protección y control de la contaminación del suelo, en su artículo 134 señala lo siguiente:

- I. Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo;
- II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos.
- III. Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje; así como regular su manejo y disposición final eficientes.

El artículo 138 de la LGEEPA señala que la Secretaría promoverá la celebración de acuerdos de coordinación y asesoría con los gobiernos Estatales y Municipales para fracciones I y II, la implantación y mejoramiento de sistemas de recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales, y la identificación de alternativas de reutilización y disposición final de residuos

sólidos municipales, incluyendo la elaboración de inventarios de los mismos y sus fuentes generadoras.

En su artículo 141, indica que se coordinará con la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) y Secretaría de Salud (SS) para expedir normas oficiales mexicanas para la fabricación y utilización de empaques y envases para todo tipo de productos, cuyos materiales permitan reducir la generación de residuos sólidos. Finalmente el artículo 158, fracción V establece que se impulsará el fortalecimiento de la conciencia ecológica, a través de la realización de acciones conjuntas con la comunidad para la preservación y mejoramiento del ambiente, el aprovechamiento racional de los recursos naturales y el correcto manejo de desechos (Secretaría de Ecología, 2005).

En 1992, desaparece la SEDUE y se crea la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), la cual incluye en su estructura al Instituto Nacional de Ecología (INE). En 1994, con el propósito de contar con una política ambiental, se estructura el sector ambiental con la creación de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) (INE, 2003). Sin embargo, la SEMARNAP y el INE, pueden promover acuerdos de coordinación y asesoría con los gobiernos estatales y municipales, para instrumentar y mejorar los sistemas de almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de estos, incluyendo la elaboración de inventarios de los

mismos y de sus fuentes generadoras. Así mismo dichas instancias pueden elaborar la normatividad en la materia (Carabias y Cuadri, 1999).

El 25 de abril de 2003, se aprobó la Ley General para la prevención y Gestión Integral de Residuos, entrando en vigor en el 2004 (Cortinas, 2006). Esta Ley regula a lo largo de sus siete títulos:

- La distribución de competencias y coordinación entre los tres órdenes de gobierno.
- La clasificación de los residuos.
- Los instrumentos de la política de prevención y gestión integral de los residuos.
- El manejo integral de residuos peligrosos.
- La prevención y manejo integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
- Las medidas de control y de seguridad, infracciones y sanciones (Diario Oficial de la Federación, 2003).

El 30 de Noviembre de 2006 se publica el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, este reglamento aparece dos años después de la citada Ley (Octubre de 2004), en cuanto a la aplicación del Reglamento en artículo uno, señala que tiene por objeto Reglamentar la Ley

General para la Prevención y Gestión Integral de los residuos, la cual se rige en todo el territorio Nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción, su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

El artículo 8 es importante ya que contempla la coordinación de la Secretaría cuando otras dependencias tengan atribuciones vinculadas al objeto de la presente Ley (Diario Oficial de la Federación, 2006). México, preocupado por mantener un ambiente sano, ha realizado diversos acuerdos a nivel Internacional.

2.9.3 Acuerdos ambientales bilaterales y multilaterales

La Agenda o Programa 21, documento de la Conferencia de las Naciones Unidas, sobre el Medio Ambiente y el desarrollo, celebrada en Río de Janeiro en 1992, destaca en su capítulo 21, dedicado a la gestión de residuos sólidos.

En 1963, durante los gobiernos de los presidentes de México y Estados Unidos, Adolfo López Mateos y John F. Kennedy, se realizó en México la primera Conferencia Internacional de Sanidad Ambiental, México - Estados Unidos, donde se propuso la creación de un Programa binacional de saneamiento

ambiental, con el propósito de controlar los desechos sólidos urbanos, y tratar las aguas residuales de las comunidades fronterizas.

En la XXXIV reunión anual de la Asociación Fronteriza Mexicano-Estadounidense de Salud, realizada en Hermosillo Sonora en 1976 se propuso la creación de un Programa de Mejoramiento Ambiental México-Estados Unidos y dos años después esta propuesta se materializa en un memorandum de Entendimiento (Garza, 1996).

Los gobiernos de Canadá, Estados Unidos y México, acordaron en 1994 la creación de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), basados en el Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte formalizado en Washington y en la Ciudad de México el 16 y 17 de Noviembre 1993 (Protocolo Modificatorio al Acuerdo EU - México, 2002), el propósito de esta organización es ocuparse de los problemas ambientales, los cuales son de gran importancia para los tres gobiernos por ser factores que son potencialmente peligrosos para la salud de su población, así como también contribuir a prevenir posibles conflictos ambientales derivados de las relaciones comerciales y promover la aplicación efectiva de la legislación ambiental en los tres países establecidos en el acuerdo. La CCA tiene como objetivos estratégicos:

* La búsqueda de la sustentabilidad ambiental en mercados verdes.

* Protección regional del medio ambiente. (Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte, 1997).

En lo que respecta a los Convenios Bilaterales y Multilaterales en materia de Residuos Sólidos. El Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) fue firmado en diciembre de 1992 y entró en vigor en 1994, y en noviembre de 1993 los Presidentes de Estados Unidos y de México, firman un acuerdo bilateral, por medio del cual se establecieron la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) y el Banco de Desarrollo de América del Norte (BDAN), (SEMARNAT, 2006).

La Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza tiene como propósito apoyar la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente en la región fronteriza entre México y Estados Unidos, mediante el desarrollo y certificación de proyectos de infraestructura ambiental en los que se aplican conceptos innovadores de sustentabilidad y participación comunitaria.

El COCEF, se encuentra facultada para operar en una franja de 100 kilómetros en el lado de Estados Unidos y de 300 kilómetros en el lado de México, su mandato incluye proyectos relacionados con manejo de desechos sólidos municipales, residuos peligrosos, conservación del agua, entre otros (COCEF, 1997).

La finalidad del Banco de Desarrollo de América del Norte (BDAN) es facilitar el financiamiento para el desarrollo de proyectos de infraestructura ambiental en la región fronteriza que han sido certificados por la Comisión de Cooperación Ecológica ambiental, siendo su objetivo principal del BDAN es mantener el medio ambiente sano y limpio en la región fronteriza.

En sus actividades, la COCEF y el BDAN dan preferencia a la promoción de proyectos integrales, sustentables y fiscalmente responsables, en las áreas de residuos sólidos urbanos, aguas residuales y las áreas de agua potable, entre otras (Banco de Desarrollo de América del Norte, 2006). Las dos instituciones antes mencionadas operan en conformidad con el “Acuerdo entre Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y el Gobierno de los Estados Unidos de América sobre el Establecimiento de la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza y el Banco de Desarrollo del Norte que se firmo en noviembre de 1993 (Convenio constitutivo COCEF y EDAN, 1993).

Debido a la falta de recursos disponibles en la región fronteriza el EDAN estableció el Programa Ambiental para el Manejo de Residuos sólidos (SWEEP) cuyo objetivo es apoyar el financiamiento y construcción de proyectos sustentables de infraestructura para el manejo de residuos sólidos.

Adicionalmente busca fortalecer la capacidad de los municipios para prestar los servicios de recolección, transferencia, transportación y disposición final de los residuos sólidos urbanos, de manera sustentable y fiscalmente responsable (Programa ambiental para el manejo de residuos sólidos, 2006).

2.9.4 Reglamentación del Estado de Baja California y Municipio de Mexicali, B. C.

El Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Baja California en Materia de Prevención y Control de la Contaminación del Agua, Suelo y la Atmósfera, en su artículo 4 para efectos de este Reglamento se define como Residuo cualquier material sólido o líquido, generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlos nuevamente en los procesos que lo generaron. Este reglamento en su capítulo IV, señala todo lo relacionado con el manejo de residuos sólidos no peligrosos (Periódico Oficial, 10 de Dic. De 1992). Para dar cumplimiento a lo que establece esta Ley, se instituyó la Dirección General de Ecología del Gobierno del Estado el 2 de Marzo de 1992.

La Dirección de Ecología, dependencia del Ejecutivo Estatal de Baja California con facultades para atender y tramitar asuntos relacionados con la preservación

y protección del ambiente así como la prevención y control de la contaminación en la región, se crea el 29 de febrero de 1992, mediante decreto No. 118 publicado en el Periódico Oficial del Estado, por medio del cual se reforma la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Baja California (Programa Estatal de descentralización para la Gestión Ambiental de Baja California, 2002-2006), también se encuentra el Programa Estatal de Protección al Ambiente de Baja California y su relación con el Plan Estatal de Desarrollo 2002-2007.

El Ayuntamiento de Mexicali, publica en el Periódico Oficial número 13, el reglamento para la Preservación de Aseo Público en el Municipio de Mexicali, en el cual se establecen las bases para la prestación del servicio público de limpia, determinando las obligaciones que tendrán los habitantes del Municipio para la preservación del aseo público, así mismo fija las reglas en materia de aseo público que deberán observar las personas que se dediquen a la recolección de residuos y las sanciones que se podrán aplicar si se incumple el presente Reglamento (Periódico Oficial, 31 de marzo del 2000). El Comité de Planeación para el Desarrollo del Municipio de Mexicali, la Dirección de Ecología Municipal reporta lo siguiente:

- a) Se elabora un programa de capacitación para los Agentes de Seguridad Pública en materia de prevención de la contaminación con el objeto de

que puedan aplicar sus atribuciones contempladas en los reglamentos (policía verde).

- b) Elaborar y promover un programa que contenga acciones directas para el manejo integral de los residuos sólidos municipales. Logrando la integración de la información con 10 acciones concretas para la prevención y manejo de residuos.
- c) Se trabajo en la integración de las propuestas para la actualización del Reglamento de Protección al Ambiente para el Municipio de Mexicali, B. C. (Zamora, 2006).

2.9.5 Normas Oficiales Mexicanas

En lo que se refiere a la normatividad la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) publicó una serie de normas donde especifica las técnicas recomendadas a seguir para la determinación de las características físico-químicas de los residuos municipales.

Las Normas Oficiales Mexicanas son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 40 de la Ley Federal sobre Metrología y

Normalización, se establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio, o método de producción u operación así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieren a su cumplimiento o aplicación (Secretaría de Ecología, 2005).

En 1996, se publicó en el Diario Oficial de la Federación la norma NOM-083-ECOL-1996 que establece: “las condiciones de ubicación, hidrológicas, geológicas e hidrogeológicas que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de residuos sólidos municipales, actualmente catalogados como residuos sólidos urbanos.

Finalmente, entra en vigor el 20 de diciembre la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, la cual representa una fusión del proyecto de norma PROY-NOM-084-ECOL-1994 y de la NOM-083-SEMARNAT-1996 (Rodríguez, 2006), en donde se establece: especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

La Norma Oficial Mexicana NMX-AA-015-1985, establece el método de cuarteo para residuos sólidos municipales y la obtención de especímenes para los análisis en el laboratorio. Para aquellos residuos sólidos de características homogéneas, no se requiere seguir el procedimiento descrito en esta norma (Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, 1985).

La NMX-AA-016-1984, Esta Norma Mexicana establece el método llamado de Estufa que determina el porcentaje de humedad, contenido en los residuos sólidos municipales; se basa en la pérdida de peso que sufre la muestra cuando se somete a las condiciones de tiempo y temperatura que se establecen en esta norma, considerando que dicha pérdida se origina por la eliminación de agua.

NMX-AA-18-1984. Esta Norma Mexicana establece el método de prueba para la determinación de cenizas de los residuos sólidos municipales.

NMX-AA-019-1985. Establece un método para determinar el peso volumétrico de los residuos sólidos municipales en el lugar donde se efectuó la operación de "cuarteo".

NMX-AA-021-1985. Establece el método para la determinación de materia orgánica en los residuos sólidos municipales.

NMX-AA-022-1985. Establece la selección y el método para la cuantificación de subproductos contenidos en los Residuos Sólidos Municipales.

NMX-AA-24-1984. Establece el método Kjeldahl para determinar la cantidad de nitrógeno total contenido en los Residuos Sólidos Municipales. Por este procedimiento se convierten todos los componentes del nitrógeno oxidados tales como nitratos y nitritos a nitrógeno reducido a sulfato de amonio.

NMX-AA-25-1984. La presente norma establece el método potenciométrico para la determinación del valor del pH en los residuos sólidos. El cual se basa en la actividad de los iones hidrógeno presentes en una solución acuosa de residuos sólidos al 10%.

NMX-AA-033-1985. Especifica un método de prueba para determinar el poder calorífico superior de los residuos sólidos municipales, empleando una bomba calorimétrica de los diferentes tipos para planear y diseñar los sistemas adecuados de disposición final de los mismos.

NMX-AA-052-1985. Establece un método de preparación de muestras en el laboratorio para su análisis de contaminación de suelos a causa de los residuos sólidos municipales.

NMX-AA-61-1985. Especifica un método para determinar la generación de residuos sólidos municipales a partir de un muestreo estadístico aleatorio. Para efectos de aplicación de esta norma los residuos sólidos municipales se subdividen en domésticos (que son los generados en casas habitación) y en no domésticos (generados fuera de las casas habitación).

NMX-AA-067-1985. Especifica un método para la determinación de la relación Carbono/Nitrógeno de los Residuos Sólidos Municipales, para planear y diseñar los sistemas adecuados de disposición final de los mismos.

NMX-AA-068-1986. Especifica un método para la determinación de Hidrógeno de los Residuos Sólidos Municipales, para planear y diseñar sus sistemas de disposición final.

NMX-AA-080-1986. Especifica un método para la determinación del porcentaje de Oxígeno en Materia Orgánica presente en Residuos Sólidos Municipales, que se evalúa por la transformación a Monóxido de Carbono, que posteriormente reacciona con Pentóxido de Yodo, formando Yodo absorbido en solución alcalina para ser valorada con Tiosulfato de Sodio, con el objeto de diseñar sus sistemas de manejo y disposición final.

NMX-AA-92-1984. Establece el método para la determinación de azufre transformándolo en sulfato de sodio mediante el tostado de los residuos sólidos en presencia de oxilíta.

NMX-AA-094-1985. Especifica un método de prueba para determinar el fósforo total contenido en los Residuos Sólidos Municipales y no es aplicable a productos que generan soluciones coloridas como son las del tipo denominado escorias básicas.

2.10 Residuos aprovechables

La valorización de los residuos sólidos es todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente (Veritas, 2008).

Los residuos pueden ser reutilizados o transformados en otro producto, reincorporándose al ciclo económico y con valor comercial (Ibarrarán, 2003), su aprovechamiento debe realizarse siempre y cuando sea económicamente viable, técnicamente factible y ambientalmente conveniente (Alcaldía municipal de Mahates Bolívar, 2004).

El reciclaje tiene cuatro pasos: recuperar lo reciclable, separar materiales por tipos, procesar los materiales y usar los productos hechos con material reciclado (Ponte, 2008).

En México, generalmente las personas que realizan la separación de material reciclable en los tiraderos son llamadas pepenadores (Organización Panamericana de la Salud, 2003), sin embargo la infraestructura para el reciclaje aun es incipiente. El Instituto Nacional de Reciclaje agrupa 2000 pequeñas empresas, las cuales recuperan una mínima parte de los desechos, cantidades que oscilan entre 5 y 10% de los 853 gramos que en promedio genera cada mexicano al día (Enciso, 2004).

Los aspectos principales a considerar en el reciclaje de materiales incluye: a) la identificación de los materiales que se van a desviar de la corriente de desechos, b) las posibilidades de recuperación y reciclaje, c) las especificaciones de los compradores de materiales recuperados (Ponte, 2008).

Sin embargo el modelo para el éxito del Sistema de Reciclaje de Residuos contempla el enfoque logístico como herramienta fundamental y está compuesto por tres elementos: a) los principios guías (aplicación del que contamina paga), b) las estrategias de las 10 R's (reordenamiento del proceso ambiental, reducción de los residuos, reformulación de los sistemas de

fabricación y distribución, reutilización de los envases y embalajes, reciclaje de materiales constitutivos, re-fabricación, revalorización con recuperación de energía y materiales, reediseño de los productos, recompensación económica y renovación de concepciones), y c) los requerimientos de éxito (identificar fabricantes, distribuidores, recuperadores, recicladores y los encargados de disposición final de residuos) (Cabeza, 2005).

2.10.1 Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos (RSO)

2.10.1.1 Alimentación animal

Una vez tratados adecuadamente los RSO pueden transformarse en una excelente fuente de alimentación animal (porcicultura y piscicultura). Los beneficios de los alimentos a partir de residuos orgánicos son algunos de los siguientes: a) El alimento cumple con todos los nutrientes fijados y especificados por la Norma 499, del Comité sobre nutrición animal de la Academia Nacional de Ciencia de Estados Unidos y reduce los residuos orgánicos (basura), b) Cubren la necesidad de alimentación de los animales (pollos, cerdos), solucionando las carencias económicas y alimenticias ya que garantiza mayores ganancias (Vidales, 2004).

2.10.1.2 Compostaje

Es el proceso natural de degradación biológica de materiales orgánicos (los que contienen carbono en su estructura), (de origen animal y vegetal por la acción de microorganismos. Para que el compostaje tenga lugar no es necesario ningún componente físico no químico a la masa de residuos generados en supermercados (Penido, 2006).

La aplicación de alternativas para disposición final de los residuos sólidos, no se encuentra desarrollada completamente. La Dirección General de Normatividad Ambiental (1992), reporta cinco plantas de recicló-composta para el tratamiento de residuos sólidos municipales, situados en las ciudades más importantes del país: México, D. F., Tonalá, Jalisco; Monterrey, Nuevo León; Oaxaca y Mérida, Yucatán, sin embargo todas presentan problemas de operación (SEDESOL, 1994).

Tabla 5. Planta de compost

Lugar	Conocimiento de Plantas de Compost
Acapulco	Se compro una planta y nunca se instalo
Guadalajara	160 t/turno funcionó 15 años (cerrada)
Monterrey	160 t/turno funcionó 15 años (cerrada)

Villahermosa	Inactiva
Oaxaca	80 t/turno. No se sabe si continua funcionando
Toluca	Inactiva

Fuente: Guido, 1997

Las principales características del compost producido por el compostaje de residuos generados en supermercados son la presencia de humus y nutrientes minerales, y su calidad depende de la menor o mayor cantidad de estos nutrientes (Penido, 2006).

La formación de composta puede ser una alternativa a considerar (López, 2004) ya que se utiliza en todo tipo de cultivo, asociado a no fertilizantes químicos. Puede ser usado para corregir la acidez del suelo y recuperar áreas erosionadas (Penido, 2006). También pueden utilizarse para la producción agrícola y el mantenimiento de áreas verdes (Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, 2002).

El compost desempeña un papel importante en calidad de abono de bajo costo y el biogás producido contribuye a disminuir los costos energéticos del proceso integral de biodegradación (Cardona, 2004).

2.10.2 Experiencias sobre el aprovechamiento de los RSO

En lo que respecta al aprovechamiento de los RSO para alimento animal en Cuba el Ministerio de Agricultura implementó dos subprogramas denominados “materia orgánica” y “alimento animal” que buscan entre otros aprovechar todas las fuentes locales de alimentos para alimentación animal como frutas, semillas de plantas leguminosas.

En Montevideo, Uruguay se practica la cría de cerdos con RSO. La Facultad de Veterinaria de la Universidad de la República está desarrollando una tecnología de bajo costo para su tratamiento con el fin de eliminar agentes patógenos.

En Porto Alegre, Brasil 16 criadores de cerdos agrupados en la Asociación de Porcicultores se benefician de un programa en el cual el municipio realizó la recolección de los RSO, su tratamiento y transporte a un centro de distribución entregando a cada criador 6 kg. de alimentos tratados para animales (Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, 2002).

La viabilidad de recoger residuos orgánicos de diversos establecimientos de supermercados para hacer compost y utilizarlos como abono ha sido demostrada por numerosos proyectos en el mundo entero. En California las cadenas de supermercados Vons Companies Inc. Y Ralph’s Grocery Company,

con más de 585 establecimientos, han reducido un 85 % la generación de residuos, transformando los restos en lucrativos productos de marca que revenden a sus clientes (Worldwatch, 2007). En Tomé, Chile, se implementó un plan de utilización productiva de RO. El compost generado es usado como fertilizante en la jardinería. El municipio entrega parte del compost a familias de escasos recursos para la agricultura (Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, 2002).

2.10.3 Aprovechamiento de los residuos sólidos inorgánicos

2.10.3.1 Papel

El papel es un producto de primera necesidad el cual se fabrica desde el siglo II (Aguilar, 2004). La fuente más importante de celulosa para la fabricación de papel es la de maderas blandas como pino y abeto, aunque a veces también se utilizan maderas duras como el álamo y el eucalipto. Al reciclar el papel habrá menos residuos, menos vertederos y menos contaminación. Cada 1000 kg. de papel recuperado, se ahorra 4 m³ de espacio en un vertedero y se evita la emisión equivalente a quemar 700 litros de gasolina (Asociación Española de Fabricantes de Pasta, Papel y Cartón, 2007).

Las fibras secundarias más comercializadas son los corrugados, los cuales se utilizan para la fabricación de cajas corrugadas, sacos y empaques; en segundo lugar es el papel periódico y el papel para revistas que son utilizados en la fabricación de papeles blanqueados y semiblanqueados (Aguilar, 2004).

2.10.3.2 Tetrapak

El Tectán es un material aglomerado, que se utiliza como reemplazo de la madera, sirve como materia prima para la fabricación de Tetrapak, su producción está muy difundida en Europa (Inche, 2004). En México, aún no se recicla a nivel comercial.

2.10.3.3 Plásticos

El plástico como material de envase es considerado ligero, manejable, moldeable, resistente y económico (Cervera, 2003). Alrededor del 60% de los productos y envases de plástico son consumidos en los comercios, industrias, agricultura y sectores institucionales. Por lo tanto, el sector comercial, incluye otros establecimientos distribuidores y mayoristas las cuales representan una fuente significativa de plásticos a reciclar (Cortinas, 2003).

2.10.4 Experiencias del aprovechamiento de los Residuos Inorgánicos

La industria papelera española es líder en reciclaje en la Unión Europea. Por cada diez kilos de papel que se fabrican en España se utilizan como materia prima 8,5 kilos de papel usados (Asociación Española de Fabricantes de Pasta, Papel y Cartón, 2007).

En Irlanda, se utilizó como estrategia en la disminución de bolsas de plástico lo siguiente: ¿quiere una bolsa?, cuesta un euro. De esa manera el consumo de bolsas en supermercados cayó entre 2002 y 2005 un 95 %. En la actualidad son pocos los supermercados Irlandeses que dispensan bolsas de plástico, en su lugar los consumidores compran cestos o bolsas de tela. En Francia el gobierno prohibió la comercialización de bolsas de plástico clásicas a partir de 2010, en su lugar los comercios deben ofrecer a sus clientes bolsas compostables (hechas con maíz y por lo tanto biodegradables en menos de un mes) o de cartón reciclado, mucho más ecológico (Gallego, 2009).

CAPÍTULO III MÉTODO Y MATERIALES

En este capítulo se describe el proceso sistemático de elaboración de este trabajo de tesis. La investigación se realizó en su totalidad en la ciudad de Mexicali, Baja California. Específicamente se trabajó en la descripción del sistema de generación, manejo y valorización de los desechos sólidos generados en supermercados en esta ciudad, para proponer acciones de reciclaje y aprovechamiento de los residuos buscando minimizar el impacto ambiental. El método seguido consistió en nueve etapas las cuales se describen a continuación.

Etapas 1. Revisión bibliográfica

Se consultaron fuentes gráficas y medios electrónicos, (Taborga, 1982) con la finalidad de conocer con mayor profundidad el tema a investigar, así como detectar otras variables relacionadas con el mismo (Ibáñez, 1997).

Etapas 2. Definición de la población a estudiar

Debido a la gran variedad de tipos y tamaños de establecimientos de comercios que se manejan bajo el nombre de supermercados, por ejemplo megamercados, hipermercados, bodegas y clubes de membresía (ANTAD, 2002) fue necesario definir las características que tendrían los comercios que se analizaron en esta investigación.

Para definir la población a estudiar y con el fin de que los datos que arroje esta investigación sean de utilidad se entablaron pláticas con el director de ecología municipal, de esta manera se evidenció la necesidad de conocer el manejo de los residuos en los supermercados dejando fuera los llamados “abarrotes” o “minimercados”, “club de membresías”, “bodegas” entre otros. Los criterios para la elección de la población fueron los establecidos en la definición de supermercado que son:

- Establecimientos minoristas de venta de productos de gran consumo (alimentación seca, perecederos, abarrotes, aseo personal, limpieza del hogar, etc.) que utiliza la técnica de venta en autoservicio (Campayo, 2002), siendo esta un sistema de ventas al consumidor que exhibe productos y artículos en forma abierta, clasificándolos por categorías y tipos (ANTAD, 2008).

El cliente toma directamente los productos de los expositores o estanterías, los examina, los compara, los agrupa y los transporta hacia

la salida del establecimiento donde paga el importe total de su compra en las cajas de salida (Peris, 1996), con sistema Punto de Venta a la salida. Ofrecen la mayor atención con la menor intervención del personal.

- Con una superficie que oscila entre 501 a 4,500 m² de piso de venta aproximadamente (ANTAD, 2008).

Etapas 3. Identificación y selección del objeto de estudio

- a) Se elaboró un padrón de supermercados localizados en la ciudad de Mexicali, B. C. que cumplieron con los criterios mencionados en la etapa anterior, de esa manera se obtuvo su ubicación geográfica exacta, así como los datos básicos (nombre del gerente regional y encargado de sucursal, dirección, teléfono, entre otros) que ayudaron a contactar a las personas clave en cada una de las sucursales.
- b) Se llevó a cabo una entrevista estructurada o dirigida (Eyssautier, 2002) con los gerentes regionales y encargados de sucursales de supermercados con la finalidad de explicarles en qué consiste el estudio y se solicitó su aprobación para participar.

Etapa 4. Diseño, validación y aplicación de instrumentos a gerentes de supermercados, recolectores de residuos y encargados de empresas recicladoras.

- a) Se diseñó un instrumento de medición con el objeto de conocer las características y cantidades de los desechos que generan los supermercados, e identificar el material potencialmente reciclable para su aprovechamiento.

La encuesta se aplicó a los 39 encargados de cada una de las sucursales de supermercados que cumplieron con los requisitos, se determinó que el tamaño de la población es de 42 supermercados, con un error estándar de 0.013 y el contexto de aplicación de la encuesta fue autoadministrada (Hernández, 2006).

- b) Se elaboró y validó una encuesta dirigida a los recolectores para conocer la cantidad de los desechos sólidos potencialmente reciclables generados en los supermercados.
- c) El instrumento de medición mencionado en el inciso anterior, (Hernández, 2006) se aplicó a 77 recolectores de desechos sólidos generados en los supermercados de la ciudad de Mexicali,

donde 26 son recolectores contratados por diversas compañías, cuatro recolectores de centros de rehabilitación, 22 pepenadores y 25 recolectores particulares donde se corroboró si cuenta con permiso legal para llevar a cabo dicha actividad.

Con la aplicación de este instrumento, se obtuvo información acerca de la cantidad de residuos que recolectan, en cuáles sucursales de supermercados recolectan, el tipo de manejo de residuos y las condiciones bajo las cuales lo realizan.

- d) Así mismo se diseñó, validó y aplicó encuestas a gerentes de empresas dedicadas a la recolección de residuos en supermercados como: Pro-Rec; Reciclados Northest Baja S.A. de C.V., Pro carnes; fábrica de papel San Francisco; Corrugados de Baja California S.A. de C.V. y a Sistemas de Compactación de Residuos en Mexicali, B.C. (SISCON) con el objeto de conocer el tipo de residuos que recolectan, las características que debe tener el material para ser aceptado y la cantidad de residuos que reciben diariamente.

Etapas 5. Caracterización

En la localidad, se han realizado diversos estudios de caracterización en el sector domiciliario, sin embargo en el sector comercial (Colomina, 2007), más específicamente en sector supermercados se desconocen las características y cantidades que se generan de RS ya que hasta la fecha no se han realizado éste tipo de estudios en este sector.

Lo importante de una caracterización es que se trata de un método que permite conocer la composición de los residuos sólidos y este conocimiento permitirá planear una mejor gestión, logrando a su vez una optimización de los recursos disponibles para tales efectos. También servirá para que el Ayuntamiento de Mexicali, cumpla con lo dispuesto en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de residuos sólidos con la verificación del plan de manejo de residuos sólidos que toda cadena de supermercados debe contar.

En los supermercados no es posible aplicar la toma de muestras bajo la técnica de cuarteo (NMX-AA-015-1985) debido a que no es factible homogenizar los residuos y tomar una muestra uniforme. Por esta razón se decidió realizar un muestreo de peso "in situ" de acuerdo a la Norma (NOM-AA-019-1985).

La medición se realizó llevando la balanza al sitio de disposición temporal de residuos dentro de cada sucursal de supermercado, donde cada jefe de departamento acercaba los residuos generados antes de ser depositados en el contenedor, los residuos se separaban por subproducto y se colocaban en la

báscula restándoles la tara y se anotó el resultado en una hoja de registro, siguiendo el formato de registro de subproductos de la Norma Oficial Mexicana (NOM-AA-022-1985).

La adecuación del formato se realizó de acuerdo a la predominancia del tipo de residuos que se encontraron, ya que algunos de los rubros contemplados en este formato de registro de la norma estuvieron ausentes o las cantidades encontradas fueron mínimas (Buenrostro, 1999). De esta manera se pudieron caracterizar todos los residuos generados en una jornada de actividades dentro de cada sucursal de supermercado.

La cuantificación de residuos se llevó a cabo en tres sucursales de supermercados, pertenecientes a una cadena local, una regional y una nacional.

La valoración se realizó de esta manera, ya que después de analizar los resultados de los instrumentos aplicados a los encargados del manejo de residuos en los supermercados, se pudo constatar que el tipo de manejo es homogéneo entre cada cadena comercial, por lo que no será necesario realizarse en cada una de las sucursales. La caracterización se realizó durante una semana continua en cada sucursal, desde que iniciaban las operaciones en el área de recibo aproximadamente a las 5:00 AM hasta las 10:00 PM que

cerraban el área, de esa manera se aseguró que todos los residuos que salían se contabilizaran.

Una vez realizadas las etapas anteriores se compararon las cantidades y la composición de los RS generados en las diversas cadenas de supermercados, obtenidas de las encuestas aplicadas a los gerentes de sucursal y a los recolectores de sus residuos.

Etapas 6. Observaciones “in situ” del manejo de los residuos dentro de las sucursales de supermercados

Se realizó un estudio basado en la observación directa en cada una de las tres sucursales de las diversas cadenas de supermercados localizados en la ciudad de Mexicali, con el objeto de conocer las características de los subproductos que puedan ser comercializados, su calidad (SEDESOL, 1999) y procedimiento realizado desde que se genera el residuo hasta que se tira al contenedor.

Etapas 7. Estrategias para la planeación eficiente del manejo de los desechos sólidos en supermercados de la zona urbana de Mexicali.

Se llevó a cabo un análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA), ya que es una herramienta esencial para llevar a cabo el

proceso de planeación estratégica, la cual proporcionó información para la implementación de acciones y medidas correctivas en el manejo de los desechos en los supermercados.

Para llevar a cabo el proceso de análisis (FODA) se consideraron factores económicos, políticos, sociales y culturales que representan las influencias del ámbito externo del manejo de los desechos generados en los supermercados de la zona urbana de Mexicali, los cuales inciden sobre su quehacer interno ya que potencialmente pueden favorecer o ponen en riesgo el cumplimiento de los lineamientos legales a los cuales está obligado el supermercado. La previsión de estas oportunidades y amenazas proporcionaron las herramientas para crear anticipadamente escenarios que permitan reorientar el rumbo del manejo de los desechos. A través del análisis FODA se realizó lo siguiente:

- Se analizó el marco jurídico, en el cual está obligado el supermercado a respetar en el manejo de sus desechos.
- Se realizó un diagnóstico para la construcción de estrategias que permitieron reorientar el adecuado manejo de los residuos al identificar la posición actual y la capacidad de respuesta del supermercado.

De esta forma el proceso de planeación estratégica se consideró funcional ya que atenderá puntualmente el aprovechamiento de las oportunidades para alcanzar el eficiente manejo de los desechos.

Etapa 8. Alternativas de tratamiento y recuperación de material reciclable

La minimización, el reuso y el reciclaje son una posible vía de tratamiento de la basura generada en los supermercados. El reciclaje es una de las variantes que podrán utilizarse para que algunos de los desechos regresen al circuito comercial, y además una de las maneras de preservar los recursos naturales no renovables. Para la realización de éste, se analizó:

- Tipos de material reciclable que son desechados por los supermercados
- Existencia de empresas en la recolección de material reciclable
- Características que debe cumplir el desecho para ser un material reciclable
- Viabilidad económica para el sector empresarial
- Transformación del desecho reciclable a producto final.

Etapa 9. Interpretación y análisis de datos

- a) Para llevar a cabo el análisis de los datos obtenidos por los diversos instrumentos de medición se utilizarán herramientas estadísticas (Schmelkes, 1998).
- b) El porcentaje en peso de cada uno de los subproductos se determinará con base a la relación $PS = (GL/G) \times 100$, donde PS = Porcentaje del subproducto considerado, GL = Cantidad de subproducto en kilogramos, G = Cantidad total de la muestra en kilogramos.

Materiales

Los materiales utilizados en la caracterización en cada una de las tres sucursales fueron según la norma NOM-AA-19-1985, con algunas variantes que consiste en:

- Una bascula
- Guantes de carnaza
- Mascarillas
- Botas de hule
- Escoba
- Recogedor

- Mandil de vinil
- Toallitas desinfectantes
- Guantes de látex
- Papelería y varios necesarios para la operación (cédula de informe de campo, pluma, marcadores, calculadora; entre otros).

CAPÍTULO IV RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados del análisis de la información que se llevó a cabo de los instrumentos de medición y de la caracterización realizada a tres supermercados localizados en la ciudad de Mexicali, correspondientes a una cadena de supermercados local, regional y nacional.

Los gerentes de las 39 sucursales a quienes se aplicaron las encuestas respondieron que el residuo que genera en mayor proporción es el cartón con 45 % y proporcionaron el peso aproximado de RS, representando 31 % como se muestra en la Figura 4. Sin embargo, desconocen cuáles son los residuos que se consideran basura, así como el porcentaje correspondiente a basura orgánica e inorgánica, ya que ellos no separan ni pesan los desechos.

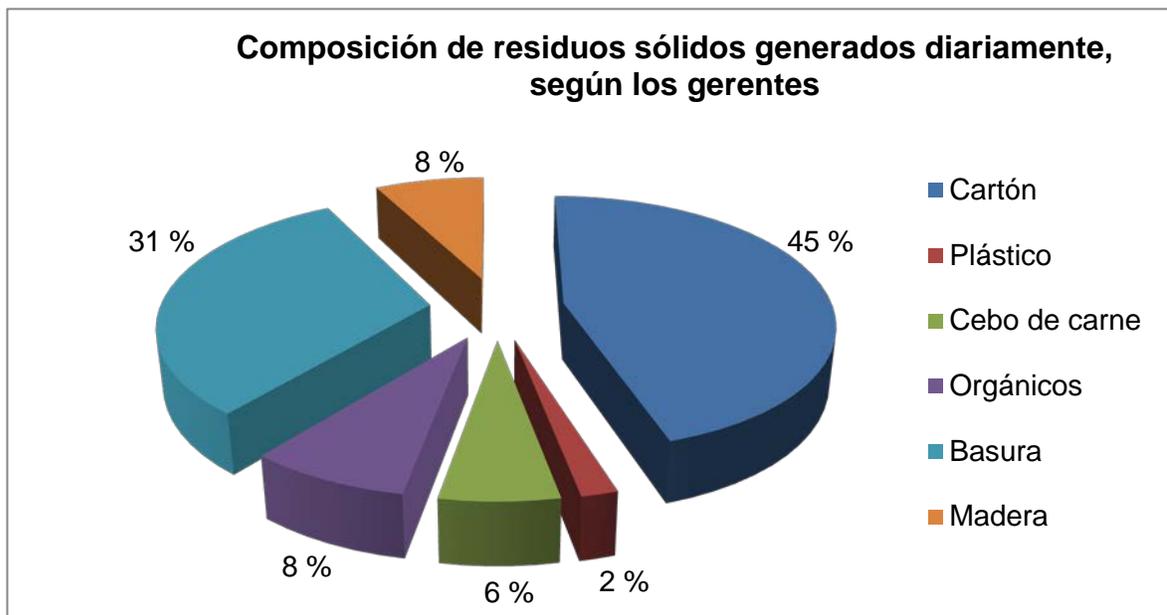


Figura 4. Porcentaje en peso por tipo de residuo sólido generado en supermercados, según gerentes de diversas sucursales, localizadas en la

ciudad de Mexicali. (Fuente: resultados obtenidos de aplicación de encuestas a gerentes de supermercados)

Cuando se inició la aplicación de encuestas a recolectores de residuos sólidos en los supermercados, se encontró que existen diferentes categorías de recolectores, las cuales se mencionan a continuación:

- Recolectores contratados por alguna compañía.
- Recolectores registrados como personas físicas, denominado “recolector particular”.
- Recolectores que no están registrados por ninguna autoridad para realizar esa labor.
- Pepenadores (personas que recolectan residuos en poca cantidad, dentro del contenedor, sin autorización de la empresa).
- Recolectores que pertenecen a instituciones no gubernamentales, sin finalidad de lucro y recolectan comestibles dentro de los supermercados.

El total de residuos generados en todas las sucursales de supermercados localizadas en la ciudad de Mexicali, según los recolectores es de aproximadamente 247,431.80 kg/semana.

Se observó que solamente los recolectores empleados por compañías registradas, contaban con uniforme y guantes especiales para la recolección de los residuos más no con cubrebocas.

Al comparar las cantidades de residuos que se generaron entre las diferentes cadenas de supermercados, según los datos proporcionados por los gerentes y los recolectores, se encontró que de las siete cadenas localizadas en la ciudad de Mexicali (Fig. 5), Casa Ley es muy similar en cuanto a la cantidad de residuos producida y las estimaciones. Por el contrario, en las cadenas Calimax, Ferbys, Bodega Aurrerá y Wal-Mart se encontró que la estimación de residuos proporcionada por los recolectores es mayor.

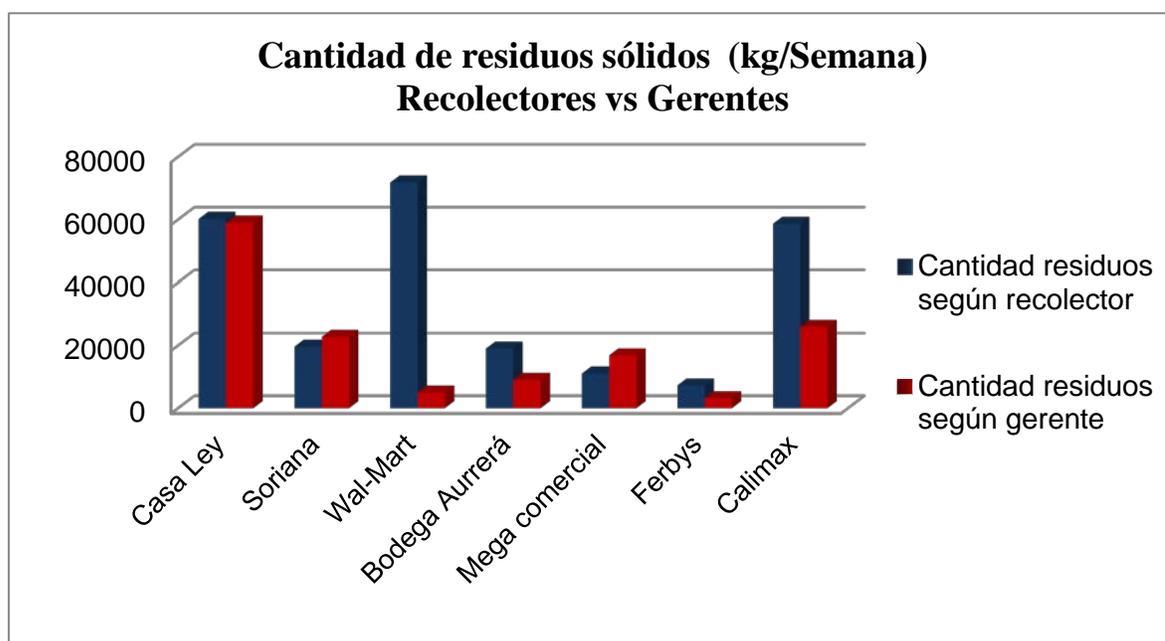


Figura 5. Comparación de la cantidad total de residuos generados por cadena de supermercados localizados en Mexicali; estimaciones según recolectores y gerente

Después de conocer los tipos de residuos sólidos que generan en cada una de las sucursales en las que se realizó la cuantificación, se procedió a comparar las cantidades de RS que los gerentes mencionaron que se generaban en la sucursal a su cargo. En el Tabla 6 se muestra un comparativo entre la información proporcionada por el gerente del supermercado y la caracterización *in situ* (kg/semana).

Tabla 6. Residuos sólidos en el área de estudio (comparativo entre la información proporcionada por el gerente del supermercado y la caracterización *in situ*, kilogramos/semana)

Tipo de residuo	Supermercado Cadena regional		Supermercado Cadena local		Supermercado Cadena Nacional	
	Información del Gerente	Cantidad Caracterizada	Información del Gerente	Cantidad Caracterizada	Información del Gerente	Cantidad Caracterizada
Cartón	5,250	5,375	400	1,342.5	2,800	3,521.65
Madera	Desconoce	6.93	Desconoce	76.73	Desconoce	3,447.89
Plásticos	Desconoce	338.65	Desconoce	27.67	150	225.89
Orgánico	Desconoce	4,181.99	250	711.31	2,100	1,834.81
Cebo de carne	Desconoce	95.63	150	3,624.9	200	215.08
Basura	1,000	1,925.04	300	1,032.52	2,100	1,139.58

Fuente: encuestas aplicadas a gerentes de tres sucursales y caracterización *in situ*

En la Figura 6 se muestran las diferencias en cantidad de residuos según tres fuentes: recolectores, gerentes o encargados de sucursales y la caracterización realizada en tres sucursales de cadenas diferentes.

Se observa que en las cadenas de supermercados regional y local existe una gran diferencia entre las cantidades de residuos señaladas por los gerentes y recolectores con respecto a la medición realizada, lo cual indica el desconocimiento de la generación y composición de los residuos. En la cadena de supermercado nacional, la cantidad caracterizada de residuos es menor que lo indicado por el gerente de la sucursal; esto se debe a que los empleados anotan cantidades mayores de residuos a las que realmente tiran al contenedor.

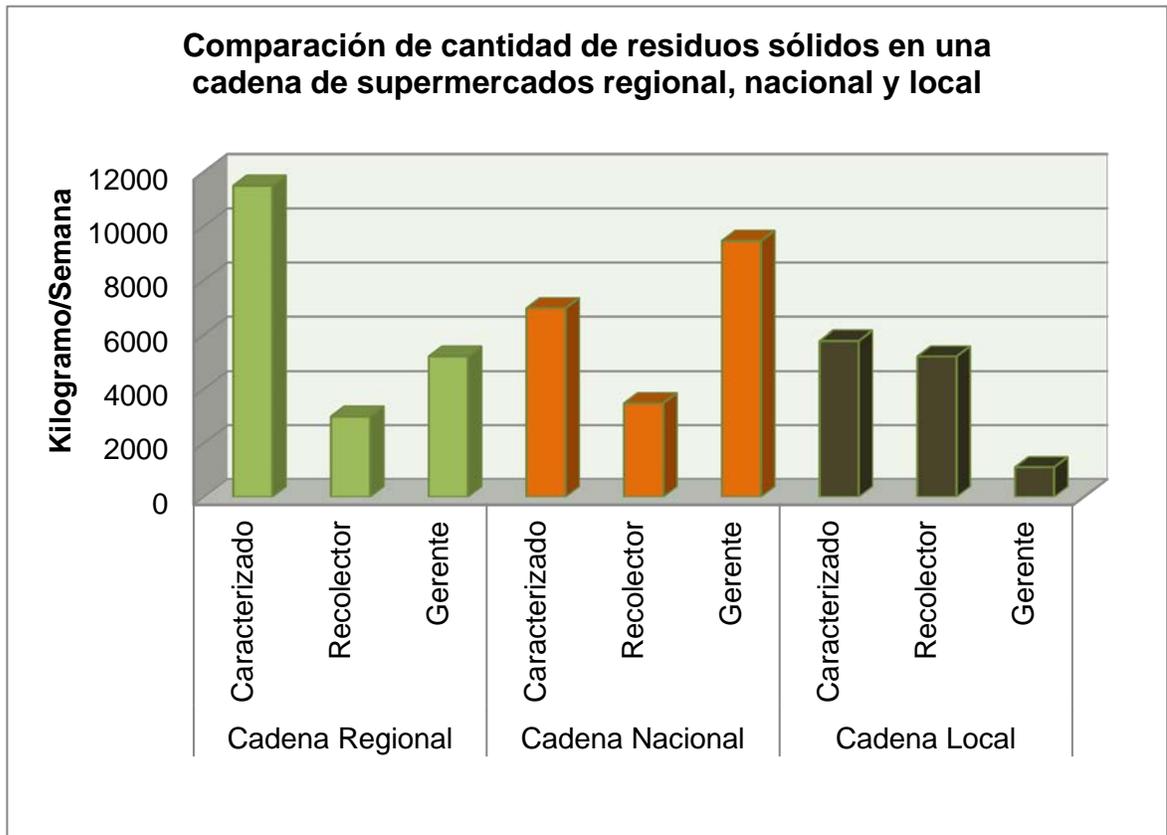


Figura 6. Comparación de cantidad de residuos sólidos generada según recolectores, gerentes de supermercados y la caracterizada *in situ* en tres supermercados

En cuanto a las observaciones que se realizaron *in situ* del manejo de los residuos sólidos se encontró que éste difiere de una cadena de supermercados a otra.

Durante la evaluación en tres sucursales de supermercados –correspondientes a una cadena local, una regional y una nacional–, se encontró que existe una

diversidad de residuos sólidos que se generan en cada una de las sucursales y su manejo difiere de una a otra.

En un supermercado de cadena nacional se observó que los residuos, generalmente frutas y verduras, que representan aproximadamente el 8 %, así como algunas mermas, son colocados debajo de las cajas y en la parte superior colocan orgánicos en mal estado. El guardia a su vez sólo se encarga de revisar el cuerpo del empleado y observa de manera superficial lo que se desecha en el contenedor.

En el supermercado de cadena regional, la mayor parte de los residuos que se generan –salvo el cartón, cajas de cartón enceradas, algunas cajas de plástico y cajas de madera–, el 55 % restante se mezcla con otros residuos y lo tiran en el contenedor. Incluso productos, que ellos consideren de merma, son desechados antes de caducar.

Los residuos de frutas, verduras, carnes, pescados y embutidos, son despedazados con una pala y dispuestos en un contenedor junto con insecticidas y productos de cuidado personal. El contenedor en esta sucursal se encuentra afuera del área de recibo, donde se observó en repetidas ocasiones a “pepenadores” que trataban de obtener del mismo algunos residuos comestibles. El contenedor es un compactador, el cual posee un desagüe de

lixiviados que se van directamente al drenaje; el desagüe es bombeado por lo menos dos veces a la semana ya que se tapa y emite olores desagradables.

En el supermercado de cadena local, el residuo que más se genera es el cebo de carne, el cual es recolectado por una empresa para ser reutilizado como aceites y venderlo a otras compañías para fabricar comida para perros y producir jabón. En cuanto a los residuos de frutas y verduras todavía en buen estado, es donado a centros de rehabilitación, al igual que en el supermercado de cadena nacional. El contenedor se encuentra dentro del área de recibo.

Se utilizó como herramienta el FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), para obtener un diagnóstico preciso del manejo de los residuos sólidos dentro de los supermercados, obteniendo como resultado lo que se muestra en el Tabla 7.

Tabla 7. Matriz FODA

<p style="text-align: center;">Factores internos</p> <p style="text-align: center;">Factores externos</p>	<p>FF1. Evita sanciones y mala publicidad si cumple con la normatividad. FF2. Ahorro en costos de capacitación FF3. Elección del mejor precio y servicio en la recolección de residuos sólidos. FF4. Las cadenas de supermercados cuentan con recursos económicos para crear empresas de aprovechamiento de residuos sólidos.</p>	<p>FD1. No existe un sistema establecido para la emisión de residuos. FD2. Desconocimiento de las empresas que se dedican a la recolección. FD3. Los encargados desconocen los subproductos de rs que pueden ser valorizados y las cantidades que generan. FD4. No solicitan la licencia al recolector. FD5. No cuentan con planes de manejo de rs.</p>
<p>FO1. Normatividad en gestión de rs. FO2. Ampliar y mejorar la cobertura de escuelas que coadyuven al desarrollo de conocimientos y nuevas tecnologías. FO3. Diversidad de empresas particulares de recolección de rs. FO4. Sensibilizar a recolectores para que tiren rs en el lugar adecuado. FO5. Mejorar condiciones laborales de recolectores.</p>	<p>* Cumpliendo con la normatividad en gestión de residuos, obtiene la aceptación de la comunidad (clientes potenciales). * El recurso económico que ahorra en capacitación de empleados, se puede invertir para crear empresas que valoricen los residuos que genera la misma cadena de supermercados.</p>	<p>*Solicitar a la Dirección de Ecología el directorio de empresas dedicadas a la recolección de rs para elegir la de menor costo y mayor eficiencia en el servicio *Capacitar a los empleados del área de recibo, en la identificación y separación de subproductos de rs. *Caracterizar sus rs para diseñar su plan de manejo como lo establece la Ley.</p>
<p>FA1. Sanciones por incumplimiento a la normatividad FA2. Algunas empresas no poseen licencia ambiental. FA3. Escasa verificación de licencias por falta de personal y recursos económicos. FA4. Descarga inadecuada de residuos sólidos FA5. Sanción a las empresas que no proporcionen equipo adecuado a sus trabajadores.</p>	<p>* Verificar que el recolector de rs cuente con licencia ambiental vigente, para evitar sanciones por parte de la autoridad. * Proporcionar a los empleados que manejan rs el material y equipo necesario para evitar accidentes, incapacidades, sanciones e indemnizaciones.</p>	<p>*Prohibir a los empleados que vendan rs a recolectores que no posean licencia *Mantener siempre el contenedor cerrado y en buenas condiciones para evitar malos olores y proliferación de insectos y roedores *Evitar que pepenadores recolecten residuos del contenedor ya que éstos pueden estar contaminados o en mal estado</p>

Fuente: Observación in situ realizada en diversas cadenas de supermercados localizados en la ciudad de Mexicali, 2009

Durante el análisis realizado utilizando como herramienta el FODA se encontraron las siguientes fortalezas en las diversas cadenas de supermercados: a) deben sensibilizar y capacitar a sus empleados en la separación de subproductos generados en cada sucursal, así mismo, b) deben elaborar programas y procedimientos adecuándolos a sus necesidades y, c) asignar a una persona que verifique el correcto manejo de los mismos.

En lo referente a sus debilidades, algunas cadenas de supermercados mostraron poco interés en el manejo de sus desechos ya que de manera

indiscriminada tiran los residuos al contenedor, debido al desconocimiento que éstos pueden ser valorizados, convirtiéndolos en una fortaleza.

Se encontró que las debilidades en los supermercados son que el encargado del área de recibo debe verificar la licencia de cada uno de los recolectores de residuos para evitar venderlos a cualquier persona, ya que en caso de que la autoridad competente compruebe anomalías al respecto se puede hacer acreedor a una sanción creando ante sus clientes una mala imagen de su empresa.

El encargado de recibo debe conocer las cantidades y tipos de residuos que se generan en su sucursal, si ocurriera esto, estas debilidades se convertirían en fortalezas ya que el supermercado podría diseñar su plan de manejo y cumplir con lo que señala la Ley General para la Prevención y Gestión de Residuos Sólidos.

También se encontró una debilidad en las diversas cadenas de supermercados ya que estas no proporcionan a los empleados el material y equipo necesario que requieren para proteger su salud al manejar los desechos, sin embargo, esta se puede convertir en una fortaleza evitando ausencias del personal, pagos por indemnizaciones o sanciones por parte de la autoridad competente.

Los tres supermercados pertenecientes a una cadena -local, regional y nacional- están dejando de percibir ingresos adicionales ya que no separan

adecuadamente cada uno de los subproductos de residuos que generan, sin embargo, el único residuo que venden es el cartón ya que es el que les proporciona mayores ganancias como se indica a continuación.

La cadena de supermercados regional vende el cartón a una compañía recicladora, obteniendo sólo en una de sus sucursales un ingreso anual de \$ 141,900.00 pesos, sin embargo, esta sucursal tira al contenedor anualmente la cantidad de \$ 44,394.72 pesos M.N. como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Ingreso aproximado anual que podría obtener una cadena de supermercados regional si realizara la separación de sus residuos

Subproducto	Cantidad (kg/semana)	Precio de compra por kilogramo (M.N.)	Ingreso semanal en una sucursal de cadena regional (M.N.)	Ingreso anual en una sucursal de una cadena de supermercado regional (M.N.)	Ingreso aproximado de una cadena regional en Mexicali (M.N)
Cartón	5,375.00	0.55	2,956.25	141,900.00	1,277,100
Papel oficina	48.54	0.50	24.27	1,164.96	10,484.64
Papel periódico	95.27	1.30	123.85	5,944.50	53,500.50
PET	40.84	1.75	71.47	3,430.56	30,875.04
Plástico fólmico	107.83	1.35	145.57	6,987.38	62,886.42
Plástico PS	31.42	1.40	43.98	2,111.04	18,999.36
Plástico HDPE	134.54	2.50	336.35	16,144.80	45,303.20
Bote aluminio	13.63	11.50	156.75	7,524.00	67,716.00
Lámina	22.65	1.00	22.65	1,087.02	9,783.18

Total	3,881.14	186,294.72	1'676,648.34
-------	----------	------------	--------------

Fuente: Recicladora Rasa; Reciclados North West Baja; Fábrica de papel San Francisco, Recicladora Baja y Zahorí S. A. de C. V.; Recicladora TNT, Materiales reciclables, S. A. de C.V; Recicladora de metales Vázquez, 2009.

En la Tabla 9 se observa que la cadena de supermercados nacional vende el cartón a una compañía recicladora, obteniendo sólo en una de sus sucursales un ingreso anual de \$ 121,075.00 pesos, sin embargo, esta sucursal tira al contenedor anualmente la cantidad de \$ 31,011.00 pesos M. N.

Tabla 9. Ingreso aproximado anual que podría obtener una cadena de supermercados nacional si realizara la separación de sus residuos

Subproducto	Cantidad (kg)	Precio de compra por kilogramo (M.N.)	Ingreso semanal en una sucursal de cadena nacional (M.N.)	Ingreso anual en una sucursal de una cadena de supermercado nacional (M.N.)	Ingreso aproximado de una cadena nacional en Mexicali (M.N)
Cartón	3 411.50	0.55	1876.33	90063.84	270191.52
Papel oficina	41.21	0.50	20.61	989.28	2967.84
Papel periódico	51.69	1.30	67.20	3225.60	154828.80
PET	10.71	1.75	18.74	899.52	2698.56
Plástico fílmico	112.83	1.35	152.32	7311.36	21934.08
Plástico PS	3.50	1.40	4.90	235.20	705.60
Plástico HDPE, LDPE	118.65	2.50	296.63	14238.24	42714.72
Bote aluminio	5.68	11.50	65.32	3135.36	9406.08
Lámina	20.35	1.00	20.35	976.80	2930.40

Total	2,522.40	121,075.20	508,377.60
--------------	-----------------	-------------------	-------------------

Fuente: Recicladora Rasa; Reciclados North West Baja; Fábrica de papel San Francisco, Recicladora Baja y Zahorí S. A. de C. V.; Recicladora TNT, Materiales reciclables, S. A. de C.V; Recicladora de metales Vázquez, 2009

En la Tabla 10 se observa que la cadena de supermercados local vende el cartón a una compañía recicladora, obteniendo sólo en una de sus sucursales un ingreso anual de \$ 39,280.00 pesos, sin embargo, esta sucursal tira al contenedor anualmente la cantidad de \$ 3,838.00 pesos M.N.

Tabla 10. Ingreso aproximado anual que podría obtener una cadena de supermercados local si realizara la separación de sus residuos

Subproducto	Cantidad (kg)	Precio de compra por kilogramo (M.N.)	Ingreso semanal en una sucursal de cadena local (M.N.)	Ingreso anual en una sucursal de una cadena de supermercado local (M.N.)	Ingreso aproximado de una cadena local en Mexicali (M.N)
Cartón	1342.50	0.55	738.38	35,442.24	70,884.48
Papel oficina	12.76	0.50	6.38	306.24	612.48
PET	7.75	1.75	13.56	650.88	1,301.76
Plástico fílmico	9.62	1.35	12.99	623.52	1247.04
Plástico HDPE, LDPE	10.38	2.50	25.95	1,245.60	2,491.20
Bote aluminio	1.59	11.50	18.29	877.92	1,755.84
Lámina	2.78	1.00	2.78	133.44	266.88
Total			818.33	39,279.84	78,559.68

Fuente: Recicladora Rasa; Reciclados North West Baja; Fábrica de papel San Francisco, Recicladora Baja y Zahorí S. A. de C. V.; Recicladora TNT, Materiales reciclables, S. A. de C.V; Recicladora de metales Vázquez, 2009

En la Figura 7 se muestra que realmente sólo el 4 % de todos los residuos generados en tres sucursales de supermercados son los que deberían de llegar al relleno sanitario, siempre y cuando los demás materiales se separen correctamente para su reutilización y reciclaje.

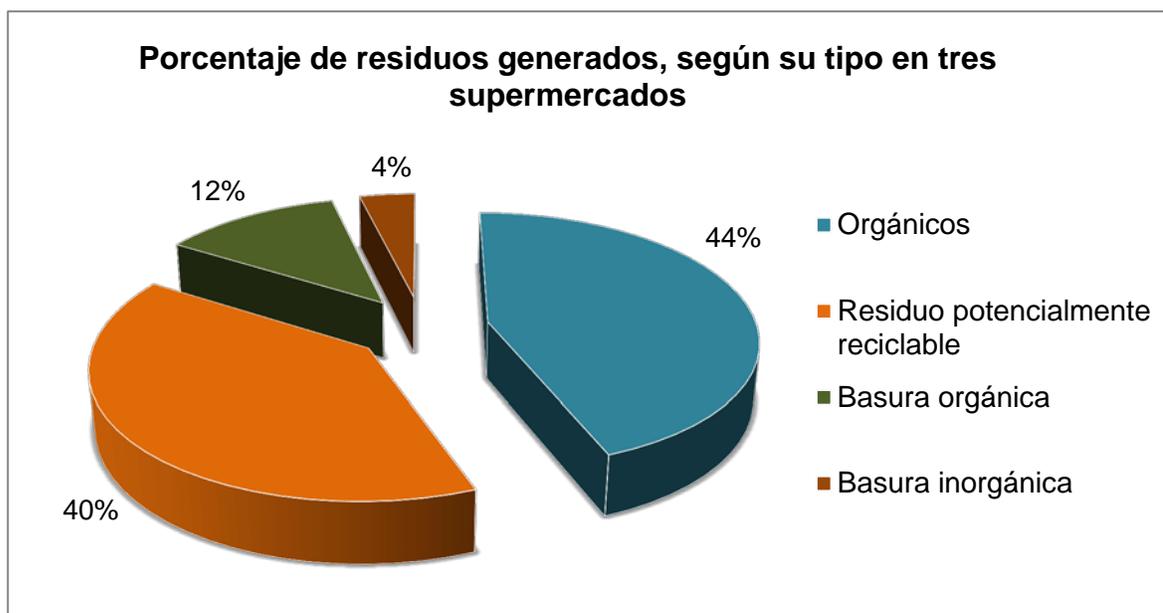


Figura 7. Porcentaje de la cantidad en kg/semana de residuos sólidos por tipo generados en tres supermercados. Fuente: resultados de la caracterización realizada en verano de 2008

En la Figura 8, se observa que los residuos que se generan en mayor cantidad, son los residuos orgánicos que consisten en frutas, verduras, comidas

preparadas, desechos de carnes, desperdicios de panadería y área de tortillería, se pueden utilizar como abono orgánico (los dos primeros), incluyéndose para este fin la basura orgánica (cáscaras de piña, elote, naranja, entre otros), alimento de animales o incluso, si todavía es consumible se podría donar a alguna institución. En cuanto al residuo que es reciclable se observa que se genera en mayor proporción en la cadena de supermercados regional y nacional. La basura no recuperable, es la que se genera en menor proporción en las tres cadenas de supermercados.

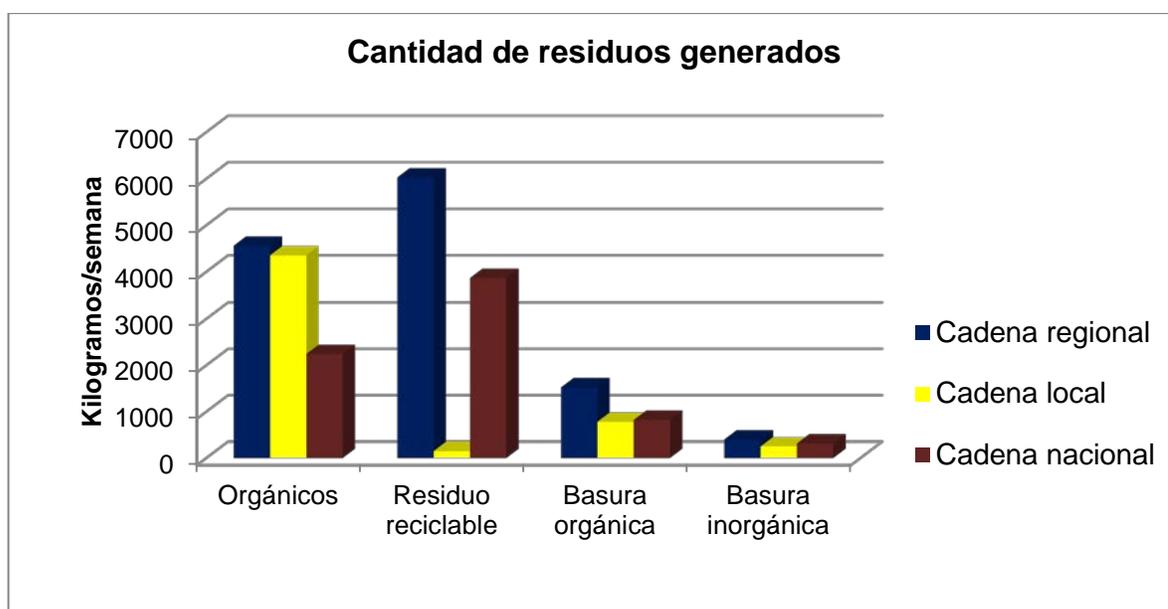


Figura 8. Cantidad en kg/semana de residuos generados en cadena regional, local y nacional de supermercados. Fuente: resultados de la caracterización realizada en verano de 2008

Durante la caracterización se encontró que existe una diversidad de residuos sólidos que pueden reciclarse en cada una de las sucursales estudiadas. Se

encontró diferentes tipos de plástico como: botellas PET, film, envoltura de productos, cubetas, recipientes de productos de limpieza, bolsas de mandado y sólo en el supermercado perteneciente a una cadena regional se encontraron ganchos de plástico como se muestra en la Figura 9; los diferentes tipos de papel son: papel de oficina, archivo muerto, cartón de huevo, papel periódico de ofertas y papel para envolver fruta (Figura 10); también se generan residuos orgánicos como: desperdicios de comidas, cebo de carne, pan, tortillas, entre otros, como se muestra en la Figura 11. En cuanto al cebo de carne, se genera en mayor proporción en la cadena de supermercados local (Figura 12), ya que la carne de venta es más selectiva que en las otras dos cadenas de supermercados, encontrándose en éstas últimas que el cebo lo incluyen en mayor proporción en la carne de venta e incluso lo venden como tal.

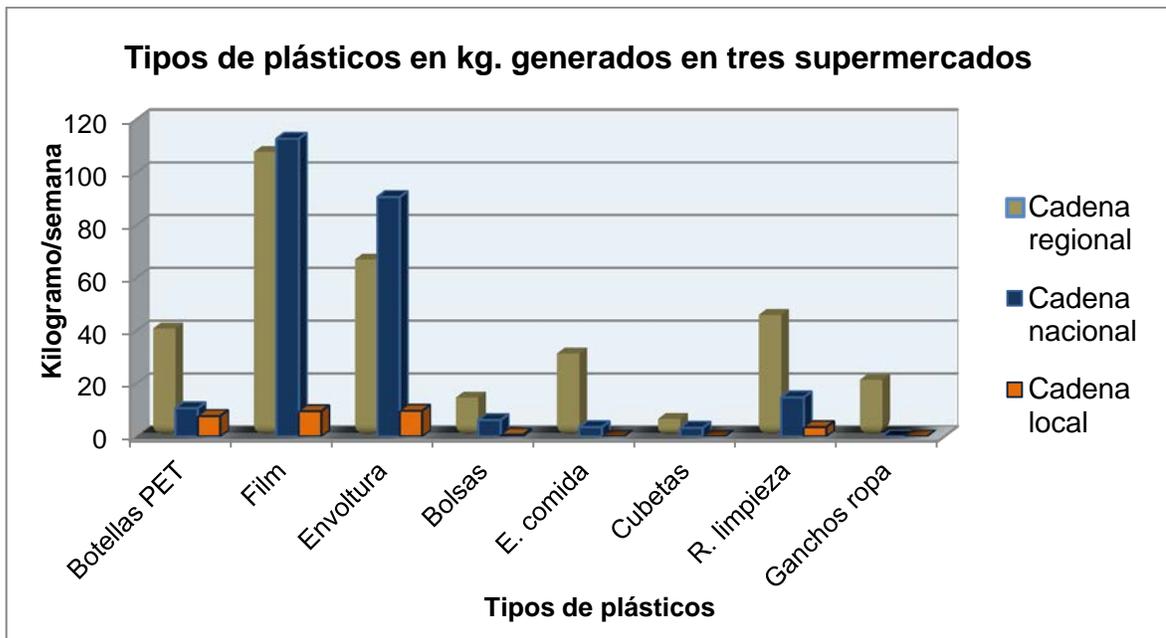


Figura 9. Cantidad en kilogramos/semana de diversos tipos de plásticos generados en tres sucursales de supermercados. Fuente: resultados de la caracterización realizada en verano de 2008

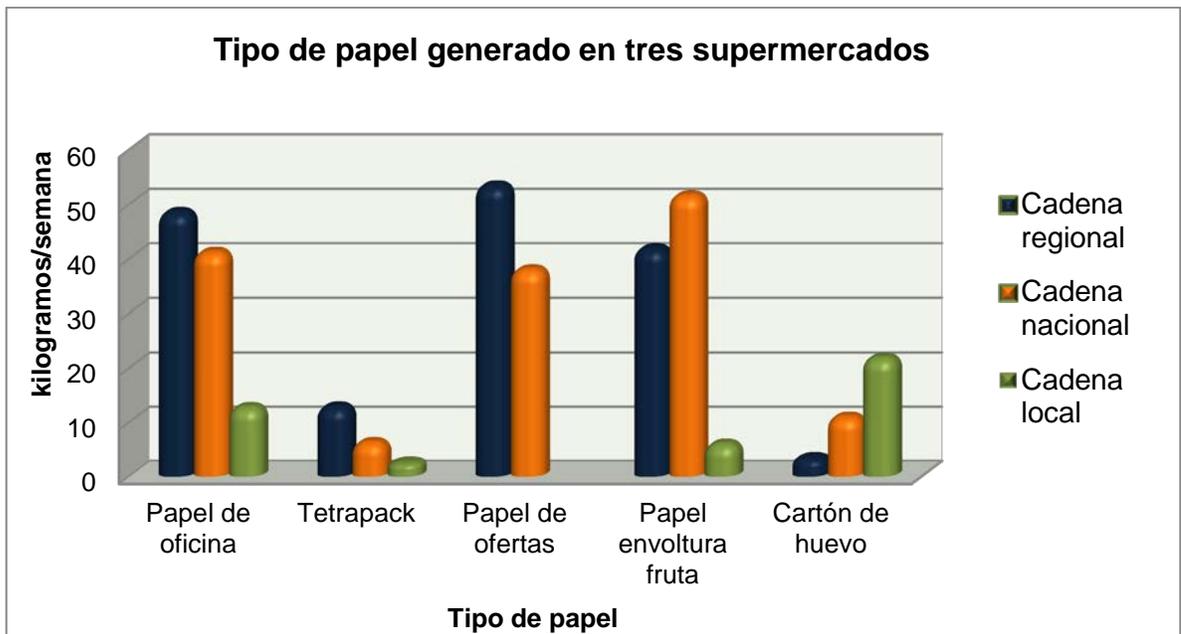


Figura 10. Cantidad en kilogramos/semana por tipo de papel generado en tres sucursales de supermercados. Fuente: resultados de la caracterización realizada en verano del 2008

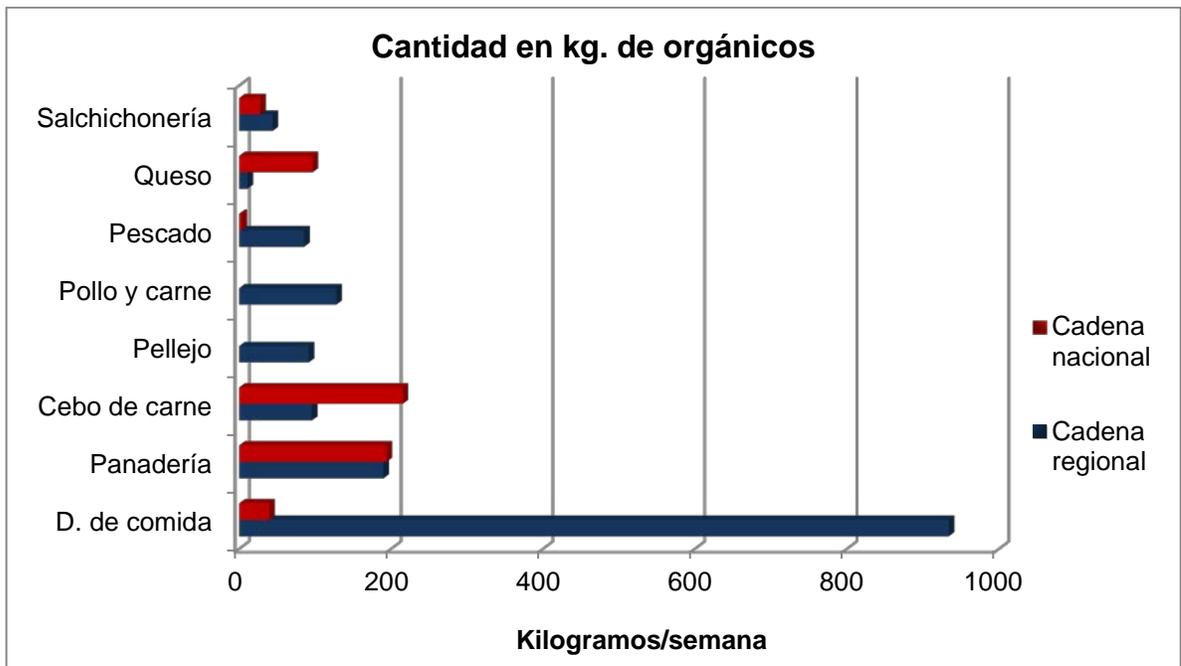


Figura 11. Cantidad en kg/semana de residuos orgánicos, generados en una cadena nacional y regional de supermercados. Fuente: resultados de la caracterización realizada en verano del 2008

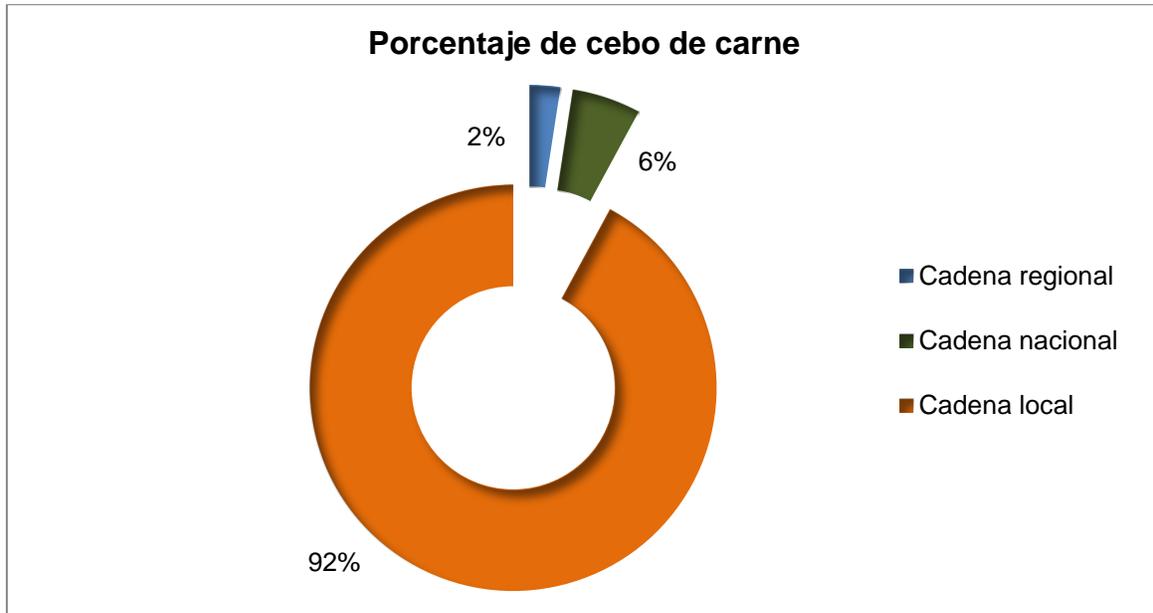


Figura 12. Porcentaje de cebo de carne generada en tres cadenas de supermercados

La Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California, proporcionó un listado de recicladoras localizadas en la ciudad de Mexicali, sin embargo, se encontró que aproximadamente el 90 % de estas empresas funcionan como centros de acopio y no como recicladoras.

En Mexicali existen diversas empresas que se dedican al acopio de diversos residuos, para posteriormente ser revendidos a empresas recicladoras. Sin embargo, es más común encontrar empresas que se dedican a la recolección de cartón como Papelera San Francisco y Corrugados que se dedican al acopio para posteriormente reciclar, también se encuentra la empresa SISCOM la cual

se dedica al acopio para posteriormente exportar el cartón a otros países. Sin embargo, para que un residuo sólido se acepte en un centro de acopio o una empresa recicladora se requiere que los materiales cumplan con ciertas especificaciones como se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Especificaciones de compra de los diversos residuos que solicitan las recicladoras

Subproducto	Especificaciones de compra
Cartón	Seco, limpio, sin grapas gomas ni lazos
Papel periódico de ofertas	Limpio y seco
Papel	Limpio, seco, sin pegamentos, sin grapas y separado por tipo
Latas de aluminio	Secas, sin mezclas de otros residuos y compactadas
Vidrio	Envases limpios, separados por color, quitar las tapas o elementos metálicos, desprender etiquetas y que no se encuentren rotos o astillados.
Tetra pack	Abrir totalmente un lado del envase, enjuagar, dejar escurrir y compactar
Plástico	Limpios, secos retirar etiquetas y la tapa plástica
Cebo de carne	Limpio, no contaminado con otras sustancias y refrigerado

Fuente: Instituto Nacional de recicladores A.C., 2007, SEDESOL, 2005 y algunas recicladoras localizadas en la ciudad de Mexicali, B. C.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y DISCUSIONES

El análisis de generación determinó una subestimación por parte de los gerentes de sucursales, de las cantidades de residuos sólidos producidas en los sitios de estudio.

El análisis de generación, determinó una diferencia en la cantidad y composición de los residuos sólidos, entre las diferentes tiendas, objeto de estudio, lo cual confirma, la influencia del tipo de bienes comercializados y el monto de ventas en la generación de los residuos sólidos.

El manejo de los residuos sólidos difiere de una cadena a otra de supermercados.

Las Normas Oficiales Mexicanas NMX-AA-019-1985 y la NMX-AA-022-1985 no son aplicables para muestrear y cuantificar los residuos sólidos que se producen en estos sitios.

Alrededor del 70% de los residuos sólidos que se producen en el área de estudio, son materiales susceptibles de reciclar.

Las diversas cadenas de supermercados tienen como función principal, recibir utilidades por sus ventas, sin realizar la separación de los residuos desde la fuente.

Los gerentes de los supermercados desconocen las cantidades y tipos de residuos que generan, ya que una vez comparada con la caracterización *in situ*, existe gran diferencia en la información proporcionada por éstos con la medición que se realizó, ya que en ninguno de los tres supermercados pesan la basura, y consideran algunos residuos que pueden ser reciclados como los diferentes tipos de plásticos (PET, film, envoltura), aluminio, diversos tipos de papel como basura que depositan sin ningún control al contenedor.

El 4 % de todos los residuos generados en las tres sucursales de supermercados son los que deberían de llegar al relleno sanitario, siempre y cuando los demás materiales se separen correctamente para su reutilización y reciclaje.

No fue posible muestrear los residuos de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NMX-AA-015-1985 debido a que se dificulta homogenizar los residuos y tomar una muestra uniforme (SECOFI, 1985a). Por esta razón, se decidió realizar un muestreo *in situ*, adecuando la Norma NMX-AA-019-1985 para obtener el peso de los residuos en kilogramos en lugar del peso volumétrico (kg/m^3) (SECOFI, 1985b). La decisión obedece a que los gerentes

de los supermercados no accedieron a que se compactaran los residuos y a esperar que se llenara un recipiente de volumen conocido, en tanto deben colocar la basura en el contenedor conforme se genera.

Se encontró que en las tres cadenas de supermercados desconocían que podían vender algunos de los residuos que generan (como algunos tipos de plásticos) y las características que deben poseer, la separación de éstos materiales no generaría ningún costo adicional para las cadenas de supermercados ya que esta se realiza desde la fuente proporcionando instrucciones al personal de los diversos departamentos, sin embargo, esta acción da la oportunidad a las empresas de obtener ganancias adicionales, aunque en ocasiones pequeñas, pero son de utilidad para cubrir algunos gastos, al mismo tiempo cumplen con las autoridades con lo cual evitarían sanciones innecesarias y reflejarían una buena imagen de su empresa.

Los gerentes de cada uno de los supermercados deben contar con un directorio actualizado de las empresas dedicadas a la recolección por tipo de residuo, ya que se encontró que desconocían que podían vender algunos de los residuos que generan, así mismo deben estar informados de las características que deben poseer los residuos al momento de la separación para que sean aceptados por las recicladoras.

En el análisis realizado utilizando el método FODA, desde el punto de vista del supermercado se observa que no es prioritario el manejo de residuos sólidos en las diversas sucursales de supermercados localizadas en la ciudad de Mexicali ya que su labor prioritaria es la venta de productos en los cuales obtienen todas sus utilidades, sin embargo es importante que el gobierno a nivel Federal, Estatal y Municipal así como las diversas instituciones orienten y capaciten a los inversionistas de cada una de las cadenas de supermercados en el manejo de sus residuos para aprovecharlos ya sea reutilizando o reciclándolos ya que esto representa oportunidades para generar mercados y cadenas productivas obteniéndose utilidades adicionales para los comercios.

De las fortalezas encontradas, las diversas cadenas de supermercados deben sensibilizar y capacitar a sus empleados en la separación de subproductos generados en cada sucursal, así mismo deben diseñar programas y procedimientos adecuándolos a sus necesidades y asignar a una persona que verifique el correcto manejo de los mismos.

En lo referente a sus debilidades algunas cadenas de supermercados mostraron poco interés en el manejo de sus desechos ya que de manera indiscriminada tiran los residuos al contenedor debido a que desconocen que éstos pueden ser valorizados, convirtiéndose en una fortaleza.

Otra debilidad que es importante mencionar es que el encargado del área de recibo de cada uno de los supermercados debe verificar la licencia de las personas que recolectan sus residuos y no se vendan éstos a cualquier persona, ya que en caso de que la autoridad competente compruebe anomalías al respecto se puede hacer acreedor a una sanción, el encargado de recibo debe conocer las cantidades y tipos de residuos que se genera en su sucursal, si ocurriera esto, se convertiría en otra fortaleza ya que el supermercado podría diseñar su plan de manejo y cumplir con lo que señala la Ley de Generación para la Prevención y Gestión de Residuos Sólidos.

También se encontró una debilidad de las diversas cadenas de supermercados ya que no proporcionan a los empleados el material y equipo necesario que requieren para proteger su salud al manejar los desechos, sin embargo esta se puede convertir en una fortaleza evitando ausencias del personal, pagos por indemnizaciones o sanciones por parte de la autoridad competente.

Capítulo VI Propuestas

Se debe promover la adopción a través de incentivos a las empresas para crear nuevos envases y embalajes que contribuyan a una menor generación de residuos, o en su caso que éstos sean biodegradables.

El Municipio de Mexicali, debe crear y difundir campañas para promover la separación en fuente incorporando al sector supermercados y realizar verificaciones a corto plazo.

Elaborar y proponer programas tendientes a la minimización y reaprovechamiento de los residuos sólidos debido a las ventajas económicas y ambientales.

Se propone que las diversas instituciones de educación, gobierno y empresarios identifiquen y desarrollen nuevos usos en los productos recuperados.

El gobierno municipal debe promover el apoyo y desarrollo de microempresas dedicadas al acopio y reciclaje como una forma de generar auto-sostenibilidad

financiera. Así como también mejorar los rendimientos de las plantas de separación y clasificación utilizando métodos y tecnologías innovadoras.

La Dirección de Ecología debe proporcionar a cada encargado de cadena de supermercados al momento de aprobar su licencia ambiental un directorio actualizado de empresas dedicadas a la recolección de residuos, centro de acopio y recicladoras.

Se deben actualizar y ajustar las normas vigentes para poder realizar mediciones de residuos sólidos en todos los sectores comerciales e institucionales.

Se propone crear programas piloto de crianza de cerdos utilizando como alimentación los residuos sólidos orgánicos separados en la fuente, involucrando universidades, supermercados, restaurantes, entre otros. Así como también se propone la creación de de micro-empresas dedicadas a la recolección de residuos orgánicos para la elaboración de composta y esta sea vendida a empresarios dedicados al cultivo.

Reglamentar el uso de uniforme y equipo necesario para los recolectores de residuos o personas que manejen directamente éstos y reducir riesgos para su salud. Así mismo al personal de seguridad que verifica la salida de residuos dentro de los supermercados.

Reglamentar que la localización de los contenedores se encuentre en áreas restringidas y se mantengan todo el tiempo cerrado para evitar los malos olores, proliferación de insectos y el acceso a personas que recolectan residuos dentro del contenedor sin autorización de la empresa.

Se propone que se capacite y sensibilice al personal que maneja los residuos sólidos con el objeto de que el residuo recuperado cumpla con las características que solicitan las empresas dedicadas a reciclar.

REFERENCIAS

Aborgase-Edifesa. 2001. Evolución histórica de los residuos sólidos urbanos. Aborgase. España.

Alcaldía Municipal de Mahates Bolivia. 2004. Plan de gestión integral de residuos sólidos del Municipio de Mahates.

Álvarez T., M. 2006. Manual de planeación estratégica. Panorama. México, D. F., 88 pp.

ANTAD. 2008. Directorio de asociados de ANTAD. Asociación Nacional de Tiendas de Autoservicio y Departamentales de México.

Arroyo J. 1997. La gestión de los residuos sólidos en América Latina: caso de pequeñas empresas. IPES. Lima, Perú.

Banco de Desarrollo de América del Norte. 2006. Programa Ambiental para el manejo de residuos sólidos: lineamientos de operación. México-Estados Unidos.

BANOBRAS. 1998. Federalismo y desarrollo. México, D. F.

Barojas W., L. H. 2002. Legislación de los residuos: actualidad y tendencias. II Congreso Internacional "Excelencia Ambiental". Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental Iniciativa GEMI. México, D. F., 4 de Julio.

Berent, M. R. 2010. Mejoramiento de la gestión de residuos sólidos urbanos de pequeñas ciudades intermedias. Análisis y diagnóstico sectorial. Comunicaciones científicas y tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. Argentina.

Berrón F., G. E. 2002. Aspectos básicos de una política para una gestión adecuada de residuos sólidos urbanos. Ingeniería Revista Académica. 6 (2): 51-57.

Brenes B., L. 2006. Dirección estratégica para organizaciones inteligentes. Ágora. Colombia, 177 pp.

Brown S., D.; Umana, G.; Gil L., J.; et al. 2003. Manejo de residuos sólidos municipales. Programa ambiental regional para Centroamérica. El Salvador.

Buenrostro, O.; Bernache, G.; Cram, S. y Bocco, G. 1999. Análisis de la generación de residuos sólidos en los mercados municipales de Morelia, México. Rev. Internacional de Contaminación Ambiental. (15): 27-32.

Burruezo J. C. 2003. *La gestión moderna del comercio minorista. El enfoque práctico de las tiendas de éxito*, Segunda edición, ESIC, España, 333 pp.

Cabeza M. A. 2005. Gestión Integral de residuos de envases y embalajes, soluciones estratégicas. *Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura*. XI (2): 291-301.

Camarero C., Consejero A., et al. 2005. *Distribución comercial*. UOC. Barcelona, España.

Campayo R., C. 2002. Los supermercados y su entorno en las distintas zonas urbanas. *Distribución y consumo*. Noviembre-diciembre. España, 61-74 pp.

Campayo R., C. 2002. Los supermercados y su entorno en las distintas zonas urbanas. *Distribución y consumo*. Noviembre-diciembre. España, 61-74 pp.

Carabias L., J. y Quadri de la T., G. 1999. Lo que a usted le conviene saber sobre los residuos y su legislación. Instituto Nacional de Ecología. México, D.F.

Casares R., J. y Rebollo A., A. 1996. Distribución comercial. Civitas. España.

Centro de información técnica. 2007. Guía didáctica de las Normas ISO Serie 14 000. Boletín técnico informativo No. 9. Argentina. Pp. 15

Centro de Producción de Tecnologías Sostenibles (CPTS). 2005. Guía técnica general de producción más limpia. USAID. La Paz, Bolivia.

Chinchilla, R.; Poltera, N.; Rudín, V.; et al. 2007. Planes municipales de gestión de residuos: un nuevo instrumento de gestión ambiental en Costa Rica. III Congreso Iberoamericano de Desarrollo y Ambiente CISDA. Costa Rica.

Comisión Mexicana de Infraestructura Ambiental. 2003. La basura en el limbo: desempeño de gobiernos locales y participación privada en el manejo de residuos urbanos. Gtz. México, D. F., 98 pp.

Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA). 1994. Perfil ambiental de Chile. Alfabeta. Chile.

Comité de Planeación para el Desarrollo de Mexicali. 2009. Anuario Estadístico. Gobierno de Mexicali, México.

CONAMA. 2006. Estudio de caracterización de residuos sólidos. Informe final. Chile.

Consejo Superior de Salubridad. 1896. Memoria de los trabajos ejecutados por el Consejo Superior de Salubridad. Boletín del Consejo Superior de Salubridad. Tomo II; número 2. Archivo histórico de la Secretaría de Salud. México, D. F., 31 de agosto.

Dávila V., A. 2006. Manejo adecuado de envases y embalajes. Comisión de Medio ambiente y recursos naturales. H. Cámara de diputados LXI Legislatura. Sustenta, A.C. México, D. F.

Don Hellriegel, J.; Slocum W. 2006. Organizational behavior. 11ed. Thompson. USA.

Douglas L. 2006. Logística internacional: administración de la cadena de abastecimiento global. Limusa. México, D. F., 504 pp.

Fernández A. y Sánchez M. 2007. Guía para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). www.Unido.org/fileadmin/import/72852_Gua_Gesti_Integral_de_RSU.pdf. Fecha de consulta: 8 de febrero, 2008.

Fierro O. A. et al. 2008. Problemática de la generación de residuos sólidos en supermercados de la ciudad de Mexico, B.C. XIV Congreso de ingeniería sanitaria y ciencias ambientales. D F, México. Pág. 21-26.

Florisbela dos S., A. L. y Wehenpohl, G.. 2001. De pepenadores a triadores. El sector informal de los residuos sólidos municipales en México y Brasil. Gaceta Ecológica, México, D. F. (60): 70-80.

Frid D. 2006. La basura urbana, una cuestión de cantidad y calidad. Instituto Leloir. Argentina.

Garrett L., J. 1997. Desafíos para la visión 2020 en América Latina: la alimentación y la agricultura desde 1970. 2020 Vision. Washington, E.U.

Garza A., V. 1996. Desarrollo Sustentable en la Frontera México- Estados Unidos. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Chihuahua.

Gómez B., M. y Berbel V., J. 2003. Análisis y propuesta de estrategia de desarrollo para la gestión ambiental de los residuos urbanos en los municipios de Andalucía. Revista de Estudios Regionales. (68): 61-88.

Guerrero G., E. y Erbit C., C. 2004. Indicadores de sustentabilidad para la gestión de los residuos sólidos domiciliarios. Municipio de Tandil, Argentina. Revista de Geografía, Norte Grande (32): 71-86.

H. Congreso de la Unión. 1917. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación. Última reforma 29/07/2010.

Haime L., L. 2008. Planeación financiera en la empresa moderna. 8va. Ed. Ediciones fiscales ISEF. México, D. F., 272 pp.

Hellriegel, J. W. 2007. Organizational behavior. 11 ed. Thomson. USA.

Hernández U., A. 2007. ¿La comida basura? Revista alimentación y nutrición. Consumidor. Octubre. México, D. F.

Ibarrarán V. M. E.; Islas C. I y Mayett C. E. 2003. Valoración económica del impacto ambiental del manejo de residuos sólidos municipales: estudio de caso. Gaceta Ecológica, 067: 69-82

Ibáñez B., B. 1997. Manual para la elaboración de tesis. Trillas. México, D.F.

Inches M. Jorge; Chung P. Alfonso; et al. 2004. Diseño de un prototipo a partir de envases reciclados. Revista de Investigación. 6 (2): 7-11.

INE. 2003. Comunicación y participación social para dar cumplimiento al convenio de Estocolmo. México, D. F., 16 pp.

INE. 2004. Perspectivas del medio ambiente: GEO México 2004. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F., 232 pp.

INE. 2005. Guía para el manejo ambientalmente adecuado de los residuos. México, D. F.

INE. 2005. Guía para el manejo ambientalmente adecuado de los residuos. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F.

INE. 2005. Residuos sólidos urbanos. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F.

INE. 2005. residuos sólidos urbanos. Instituto Nacional de Ecología. México, D.F.

INEGI. 2005. Cuaderno estadístico. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, D. F.

INEGI. 2007. Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos. México, D. F., 158 pp.

Instituto Nacional de Ecología (INE). 2006. La investigación ambiental para la toma de decisiones. México, D. F., 319 pp.

Kiss, G.; Flores, S.; Encarnación, G.; et al. 2007. Caracterización de Biogás generado en trece sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos en México. Gaceta Ecológica. No. 082. SEMARNAT. México. Enero-marzo. Pp. 25-35.

Kobus D. 2003. Practical Guidebook on Strategic Planning in Municipal Waste Management. The World Bank. Szentendre, Hungary.

Kotler P. y Lane K. 2006. *Dirección de marketing*. Duodécima edición. Pearson. D.F. México, 816 pp.

Lamb W.; Hair, F. y Mc Daniel C. 2006. *Marketing*. Octava edición Thomson. México D. F., 780 pp.

Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. 1988. Diario Oficial de la Federación, 28 de enero. México, D. F., última actualización 06/04/2010.

López G. y Pereira M. 1980. Eliminación de residuos sólidos urbanos. Editores técnicos asociados. Barcelona, España, 351 pp.

López T. M; Espinoza LI. C.; et al. 2004. Gestión integral de los residuos urbanos sólidos y líquidos en Cuba. Tecnología, Ciencia y Educación. 19 (1): 5-13.

Martínez, J. F. 2004. Sistemas de Gestión Medioambiental. Apuntes. UNAM. México, D. F.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2004. Boletín de mercado: mercados potenciales para la comercialización de fruta. Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura. El Salvador.

Ministerio del Ambiente. 2006. Manual de gestión integrada de residuos sólidos municipales. IBAM. Canadá.

Ministerio del Medio Ambiente. 2002. Proyecto de gestión integral de residuos sólidos: Guía práctica de formulación. Colombia.

Miquel S.; Parra F. y Lhermie, Ch. 2006. *Distribución comercial*. Quinta SEMARNAT. 2001. Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México D.F., 52 pp.

Montagut X., Vivas E., et al. 2007. *Supermercados, no gracias. Grandes cadenas de distribución: impactos y alternativa*. Segunda edición. Icaria. Barcelona, España, 191 pp.

Olea G., A. 2007. Calidad: la norma ISO 14000. Servicios medioambientales. Cesmec LTDA. Santiago, Chile.

ONOPLAN. 2001. Manejo integral de desechos sólidos como servicio de calidad y económicamente sostenible. Proyecto descentralización y desarrollo local. República Dominicana.

ONUDI. 2007. Informe anual 2007. Organización de las naciones unidas para el desarrollo industrial. Viena, Australia, 112 pp.

OPS. 1997. REPINDEX ISO 14000. Organización Panamericana de la Salud.

OPS. 2003. Evaluación regional de los servicios de manejo de los residuos sólidos municipales. Informe analítico de México. Organización Panamericana de la Salud.

OPS. 2005. Manejo de residuos sólidos domésticos: Problemática regional. Área de desarrollo sostenible y salud ambiental. Organización Panamericana de la Salud. México, D. F.

Paiva, V. 2006. El "cirujeo", un camino informal de recuperación de residuos. Estudios Demográficos y Urbanos. 21 (1): 189-210.

Ponte de Ch. C. 2008. Manejo integrado de residuos sólidos: programa de reciclaje. Revista de Investigación. 63: 173-200.

Protocolo Modificadorio al Acuerdo entre el gobierno de los Estados Unidos de América y el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos 2002, sobre el establecimiento de la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza y el Banco de Desarrollo de América del Norte.

Racero M., J. y Pérez A., E. 2006. Optimización de rutas de recolección de residuos sólidos domiciliarios. X Congreso de ingeniería de organización. Valencia. 7 y 8 de septiembre.

Reardon, T. and J. A. Berdegué. 2002. The rapid rise of supermarkets in Latin America: challenges and opportunities for development. Development policy review. 4(20): 341-388.

Red Nacional de Acción ecológica. 1991. Desechos y medio ambiente. Santiago, Chile.

Rodríguez E., L. A. 2002. Hacia la gestión ambiental de residuos sólidos en las metrópolis de América Latina. Revista de ciencias administrativas y sociales (20):111-120.

Rodríguez V., J. 2004. Cómo aplicar la planeación estratégica a la pequeña y mediana empresa. 5ta. edición. Thompson. México, D. F., 320 pp.

Rodríguez, I.; Meraz, L. y Rodríguez, M. 2006. Índices ambientales para la evaluación de los sitios de disposición final de acuerdo a la NOM-083-SEMARNAT-2003. Revista AIDIS de ingeniería y ciencias ambientales: Investigación, desarrollo y práctica. (1)1.

Ruiz R., A. 2005. Guía técnica para la formulación de planes de minimización de RS y recolección segregada en el nivel municipal. CONAM. Peru.

Sainz de Vicuña J.M. 2001. *Distribución comercial: opciones estratégicas*. ESIC. España, 495 pp.

Sallenave J. P. 2002. Gerencia y planeación estratégica. Grupo editorial Norma. Colombia, 359 pp.

Schwentenius R., R. y Gómez C., M. Á. 2006. Supermercados y pequeños productores hortofrutícolas en México. Comercio exterior. Marzo, 3 (56): 205-218.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. 2005. Estrategia nacional para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos. República de Argentina.

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). 1985. Muestreo método de cuarteo. NMX-AA-015-1985. Norma Mexicana. DF, México.

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). 1985. Determinación de humedad. NMX-AA-016-1985. Norma Mexicana. DF, México.

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). 1984. Determinación de cenizas. NMX-AA-018-1984. Norma Mexicana. DF, México.

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). 1985. Peso volumétrico *in situ*. NMX-AA-019-1985. Norma Mexicana. DF, México.

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). 1985. Determinación de materia orgánica. NMX-AA-021-1985. Norma Mexicana. DF, México.

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). 1985. Selección y cuantificación de subproductos. NMX-AA-022-1985. Norma Mexicana. DF, México.

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). 1985. Determinación de nitrógeno total. NMX-AA-024-1985. Norma Mexicana. DF, México.

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). 1984. Determinación del pH, método potenciométrico. NMX-AA-025-1984. Norma Mexicana. DF, México.

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). 1985. Determinación del poder calorífico superior. NMX-AA-033-1985. Norma Mexicana. DF, México.

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). 1985. Preparación de muestras en el laboratorio para su análisis. NMX-AA-052-1985. Norma Mexicana. DF, México.

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). 1985. Determinación de la generación. NMX-AA-061-1985. Norma Mexicana. DF, México.

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). 1985. Determinación de la relación de carbono/nitrógeno. NMX-AA-067-1985. Norma Mexicana. DF, México.

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). 1986. Determinación de hidrógeno a partir de materia orgánica. NMX-AA-068-1986. Norma Mexicana. DF, México.

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). 1986. Determinación de oxígeno a partir de la materia orgánica. NMX-AA-080-1986. Norma Mexicana. DF, México.

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). 1984. Determinación del azufre. NMX-AA-092-1984. Norma Mexicana. DF, México

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). 1985. Determinación del fósforo total. NMX-AA-094-1985. Norma Mexicana. DF, México

Secretaría de Ecología. 2005. Marco Normativo. Dirección General de normatividad y Apoyo Técnico Deutsche Gesellschaft Fur Technische Zusammenarbeit. México, D. F.

Secretaría de Gobernación (SEGOB). 2007. Administración de los residuos sólidos en el municipio. Guía Técnica. México D. F.

Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California. 2007. Ley de Prevención y Gestión integral de Residuos para el Estado de Baja

California. Periódico Oficial No. 40, Tomo CXIV. 28 de Septiembre, 2007.
Mexicali.

SEDESOL. 1993. Manejo y reciclaje de los residuos de envases y embalajes. Serie monografías No.4. México D. F.

SEDESOL. 1994. Indicadores básicos y manual de evaluación para relleno sanitario. México, D. F., 84 pp.

SEDESOL. 2001. Manual para el establecimiento de un programa regional de reciclaje. México D. F., 65 pp.

SEDESOL. 2005. Dirección general de equipamiento e Infraestructura en zona urbano-marginadas. México, D. F., 91 pp.

SEDESOL. 2005. El manejo de los residuos sólidos urbanos. Secretaría de Desarrollo Social. México D. F.

SEGOB. 2004. Administración de los residuos sólidos en el municipio. Secretaría de Gobernación. México, D. F.

SEMARNAT. 2001. Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México D. F., 228 pp.

SEMARNAT. 2003. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. 8 de Octubre, 2003. México D.F., 214 pp.

SEMARNAT. 2005. Indicadores básicos de desempeño ambiental de México. México D. F.

SEMARNAT. 2006. Guía para la elaboración de programas municipales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México D.F., 50 pp.

SEMARNAT. 2009. Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2009-2012. Gobierno Federal. México.

SEMARNAT. 2009. Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2009-2012. Gobierno Federal. México.

Silva, J. Teodoro; Estrada, Francisco; Ochoa, Salvador; Cruz, Gustavo. 2006. Propuesta metodológica para la ubicación de áreas de disposición de residuos sólidos urbanos. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 22 (4): 147-156.

Taborga, H. 1982. Cómo hacer una tesis. Tratados y manuales Grijalbo. México, D. F.

Tchobanoglous G. y Vigil S. 1993. Integrated Solid Waste Management Issues. Mc Graw Hill. México, D. F., 978 pp.

Valdés H., L. A. 2005. Planeación estratégica con enfoque sistémico. Fondo editorial. México D. F., 209 pp.

Veritas B. 2008. Manual para la formación en medio ambiente. Lex Nova, España, 808 pp.

Vidales O. A; Chávez S. V; et al. 2004. Alimentos balanceados para animales a partir de residuos orgánicos. Conciencia Tecnológica, 26.

Villalobos, I. 2000. ¿Qué es el Instituto Nacional de Ecología? Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, D. F.

Wheelen L., T. y Hunger J. D. 2007. Administración estratégica y política de negocios. Décima edición. Pearson. México. D.F., 768 pp.

XIX Ayuntamiento de Mexicali. 2008. Plan de Desarrollo Municipal de Mexicali 2008-2010.119 pp.

Zabala Z., H. 2005. Planeación estratégica aplicada a cooperativas y demás formas asociativas y solidarias. Universidad Cooperativa de Colombia. Colombia, 127 pp.

Zambrano B., A. 2007. Planificación estratégica, presupuesto y control de la gestión pública. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas, Venezuela.

Zamora M., M. 2006. Plan Municipal de Desarrollo 2005-2007. Comité de Planeación para el Desarrollo de Mexicali. Reporte ecología. Mexicali, B. C.