

Análisis estadístico del comportamiento de los residuos sólidos domiciliarios en una comunidad urbana

Sara Ojeda Benítez, Rubén Muñoz Lujan** y
Félix Fernando González Navarro****

Resumen

En este artículo se presentan los resultados obtenidos al analizar los residuos sólidos domiciliarios en una comunidad urbana de la ciudad de Mexicali. Para realizar el estudio se eligió una colonia del oriente de la ciudad, en la que se hizo una caracterización de los residuos sólidos de la comunidad a través de un muestreo; luego se analizó estadísticamente la información obtenida para explicar el comportamiento de los residuos que se generan en esta comunidad. Entre los resultados obtenidos se encontró que un porcentaje muy alto de la basura no debe ir directamente al relleno sanitario porque puede ser reciclada o reusada. Por esta razón se requiere involucrar a la comunidad en esas prácticas, para lo cual será necesario concientizarla a través de un programa de educación ambiental. Palabras clave: residuos sólidos; caracterización; análisis estadístico; reciclar, reusar.

Abstract

In this article are presented the results of the analysis of residential solid waste in a colonia in Mexicali City. In order to make the research; a colonia located at the west of the city was selected where a characterization of solid waste was applied through a sampling. Later, a statistical analysis of the information was made to explain the solid waste behavior generated in that colonia. Between the results, it was found that a very high percentage of solid waste should not take to the landfill because it could be recycled or reused. Therefore it is required to involve the community in that kind of topics, so it is necessary to convince them through an environmental educational program.

Keywords: solid waste; characterization; statistical analysis; recycling, reusing.

* Investigadora de tiempo completo del Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California. E-mail: sojeda@csiam1.mx1.uabc.mx ** Profesor-investigador de tiempo completo del Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja

California. E-mail: rmunoz@csiam1.mx1.uabc.mx

*** Investigador y estudiante de maestría del Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California. E-mail: fgonzale@csiam1.mx1.uabc.mx

Introducción

La Universidad Autónoma de Baja California, a través del Instituto de Ingeniería, preocupada por los problemas que amenazan a la sociedad, se encuentra realizando una investigación sobre el manejo de los residuos sólidos en una comunidad urbana de Mexicali, con el propósito de proponer programas en los que se involucren no sólo las autoridades municipales sino también los generadores de basura doméstica (es decir, la ciudadanía misma), pues el ser humano ha caído en el juego del consumismo y de la apatía, y no está consciente del impacto que sus acciones tienen sobre el ambiente, existiendo desconocimiento sobre el manejo que se debe dar a la basura que se genera, y ya es tiempo de responsabilizarse en lo individual con esta problemática. Para ello es necesario considerar los siguientes aspectos de la comunidad en la que se está realizando la investigación: los hábitos de consumo, el tipo y volumen de basura que generan, el nivel de conciencia que poseen, etcétera.

En este artículo se presentan los resultados de una de las etapas que integran la investigación, la cual corresponde a la caracterización de los residuos domiciliarios que se generan en una comunidad urbana, y sólo se presentará un análisis sobre el tipo y volumen de basura que generan.

La basura doméstica es un problema para cualquier administración pública, pues, entre los daños que desarrolla la sociedad industrializada, uno de los mayores es la proliferación de este tipo de residuos en las ciudades. El volumen del desecho que debe ser manejado se ha vuelto tan importante, que la extensión de los tiraderos no puede considerarse ya como una solución aceptable. Este problema representa un peligro real para la salud de las poblaciones ya que provoca olores, plagas y enfermedades.

Con el transcurrir de los años la población de la ciudad de Mexicali ha aumentado con diferentes tasas de crecimiento, y con ello se han generado serias dificultades para la prestación de servicios públicos eficientes por parte de las autoridades gubernamentales, debido a la falta de recursos económicos y humanos. Como mencionan Bernache, Restrepo y Rathje (1991), esto implica que el crecimiento poblacional contribuye directamente al incremento en la producción de basura, lo que representa un problema de tipo ecológico, económico y social.

Ecológico, por la contaminación derivada del manejo inadecuado de los residuos sólidos que diariamente son recolectados y enviados a un destino final, así como por los efectos directos que el mencionado manejo produce a suelo, flora y fauna circundantes al tiradero, y sobre todo a los mantos acuíferos (Aguilar y Salas, 1993).

Económico, porque la recolección y transportación de la basura representa costos cada vez más elevados para el municipio, vía salarios, equipo, combustibles, lubricantes y mantenimiento.

Finalmente, representa un problema social al mostrar la necesidad de crear conciencia del problema de la basura y de la magnitud de las repercusiones, si no se opta por un cambio de actitud ante el mismo y por entender que el problema no atañe exclusivamente al ayuntamiento, sino que es una responsabilidad compartida.

El manejo de los residuos sólidos en esta ciudad comienza con la recolección de los residuos en casas, comercios e industrias. Para el caso de la basura doméstica, ésta es transportada a un centro de transferencia y posteriormente es llevada a un relleno sanitario ubicado en las afueras de la ciudad. La basura generada por comercios e industrias es recolectada por servicios privados y llevada directamente al relleno sanitario.

Muñoz (1996) indica que en 1995 en la ciudad de Mexicali se invertían en el sistema de recolección de desechos 22 223 millones de pesos anuales provenientes de impuestos, participaciones, etc. Además, señala que una encuesta realizada en su estudio, en la que preguntó sobre la calidad del servicio de recolección, encontró que el 53.6 por ciento de los habitantes de la ciudad opinó que era regular, el 31.9 por ciento muy bueno, el 8.8 por ciento deficiente, el 2.8 por ciento excelente y el 2.8 por ciento pésimo. Estos datos muestran que la fuerte cantidad de recursos invertidos en este rubro no han incidido en el manejo de los desechos domésticos en forma eficiente y efectiva.

Otro estudio reciente (Ojeda y Silva, 1996) señala que la producción de residuos sólidos municipales en la zona urbana es de 169 546 toneladas por año y en la rural de 10 526 toneladas por año, generando de esta forma un peso promedio de basura de 255.2 kg./m³.

Gaxiola (1995) concluyó que el promedio diario de basura doméstica en Mexicali es de 0.489 kg., el cual es superior al reportado oficialmente por la Sedesol (1994), que era de 0.433 kg. Esto muestra que la generación de basura por habitante va en aumento.

Esta descripción presenta un panorama donde se percibe la necesidad de buscar alternativas para el manejo de los residuos sólidos domésticos en esta localidad. La recolección, el manejo y la disposición final de residuos sólidos municipales es uno de los principales problemas dentro de la ciudad y el valle de Mexicali, pues de acuerdo a datos proporcionados por el XV Ayuntamiento en la actualidad se recolectan aproximadamente 500 toneladas por día.

Metodología del estudio

Para el desarrollo de esta investigación fue necesario realizar un análisis personal y de primera mano de nuestro objeto de estudio, en este caso una muestra de los residuos domiciliarios de una comunidad. Para realizar este trabajo se eligió una comunidad urbana de la ciudad de Mexicali.

La comunidad elegida es un fraccionamiento integrado por 1 598 viviendas de interés social. Esto implica que un porcentaje alto de la población será dueña de las viviendas y tendrá en un futuro arraigo en la comunidad y compromisos; además, en cuanto a la conformación de las familias, probablemente pertenezcan a un nivel socioeconómico de clase media baja, tal vez con una profesión universitaria y/o con un sueldo mayor al mínimo, lo cual nos permite tener cierta homogeneidad en la comunidad y con ello la posibilidad de extrapolar los resultados de la investigación a otras comunidades con características similares.

Para realizar la investigación se seleccionó una muestra, que fue probabilística y aleatoria, de residencias, con base en un plano del fraccionamiento, sin considerar el consentimiento de los residentes, tratando de lograr una selección uniforme de todo el fraccionamiento.

Una vez seleccionada la muestra, se acudió a las casas para obtener el consentimiento de participación en el proyecto. Debido a que en algunas de ellas no se encontraban los residentes, se optó por invitar a los residentes de las casas cercanas, formándose un total de 100 casas. En esta segunda fase el muestreo fue no probabilístico y accidental, porque sólo se incluyó a los sujetos que aceptaron participar.

La invitación para participar en el estudio se le extendió a la comunidad; se trabajó con mucho cuidado, pues para no desviar los resultados, sólo se les informó que se recogerían los residuos en una bolsa para pesarlos, tres veces por semana durante un mes, sin mencionarles que se trabajaría directamente con las muestras

para clasificarlas y determinar el tipo de basura que generan.

El fraccionamiento fue dividido en dos zonas. El proceso de muestreo de basura se realizó durante ocho semanas, cuatro para cada una de ellas, durante los meses de octubre y noviembre. A cada casa participante se le otorgaron tres bolsas por semana para que depositaran sus residuos. El levantamiento de muestras se llevó a cabo los días martes, jueves y sábado, obteniéndose un total de 340 bolsas para la zona 1 y 325 bolsas para la zona 2.

Una vez recogidas las muestras se trabajó con ellas, pesando la bolsa con la muestra global y por categoría; luego se procedió a clasificar los residuos en dos categorías: orgánicos e inorgánicos. Los orgánicos, a su vez, se agruparon en las siguientes categorías: residuos de comida, papel y cartón; residuos de jardín, madera y cuero, y misceláneos. Las categorías de los inorgánicos fueron plástico, textiles, goma, cuero, vidrio, latas de hojalata, aluminio, cobre, fierro, plomo, rocas, cenizas, polvo y misceláneos. Es importante destacar que la clasificación que aquí se incluye es propuesta por Restrepo y cols., 1991.

Resultados

Maestro

Se definió como unidad básica de muestreo a una bolsa de basura. Las variables asociadas con ellas fueron las que se muestran en el cuadro 1.

Resultados muestrales

Puesto que la disponibilidad de las personas hacia el proyecto fue variable, se consideraron, para efectos de cálculo, 64 casas habitación, arrojando los siguientes resultados:

Total de muestras = 665 bolsas

El análisis del contenido de las bolsas de basura para las dos zonas se muestra en el cuadro 2.

Es importante resaltar que casi un 36 por ciento de la basura total observada estaba

CUADRO 1. *Composición de residuos.*

<i>Componentes orgánicos</i>	<i>Componentes inorgánicos</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Residuos de comida: desecho de todo aquello que sea comestible. • Papel y cartón: bolsas de papel, periódicos, revistas, envolturas, cuadernos, etc. • Residuos de jardín: hojas, ramas, raíces, etc. • Madera: muebles rotos, palos de paletas, escobas, lápices, etc. • Misceláneos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plásticos: armazones de electrodomésticos, botos, micas, plumas, juguetes, etc. • Textiles: algodón, cortinas, estopas, hule espuma, nylon, retazos, ropa, etc. • Goma. • Cuero: bolsas, ropa, zapatos, etc. • Vidrio: artículos de cocina, decoración, ventanas, envases, etc. • Latas de hojalata: latas de cerveza, jugos, alimentos y otros líquidos, etc. • Aluminio: latas de cerveza, jugos, alimentos y otros líquidos, etc. • Otros metales. • Rocas. • Ceniza. • Polvo. • Misceláneos: electrodomésticos, etc.

CUADRO 2. *Análisis de contenido de muestras.*

<i>Componente</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>% respecto a orgánicos</i>	<i>% respecto al total</i>
ORGÁNICOS			
Residuos de comida	1 296.231	57.08	35.39
Papel y cartón	672.283	29.60	18.35
Residuos de jardín	253.343	11.16	6.92
Madera	19.135	0.84	0.52
Misceláneos	29.995	1.32	0.82
	2 270.987		62.00
		<i>% respecto a inorgánicos</i>	<i>% respecto al total</i>
INORGÁNICOS			
Plásticos	358.110	25.72	9.78
Textiles	143.760	10.33	3.92
Goma	1.455	0.10	0.04
Cuero	12.030	0.86	0.33
Vidrio	164.934	11.85	4.50
Latas de hojalata	87.414	6.28	2.39
Aluminio	12.688	0.91	0.35
Cobre	2.405	0.17	0.07
Fierro	13.775	0.99	0.38
Plomo	2.000	0.14	0.05
Rocas	13.510	0.97	0.37
Ceniza	0.000	0.00	0.00
Polvo	38.535	2.77	1.05
Misceláneos	541.488	38.90	14.78
	1 392.104		38.00
GRAN TOTAL	3 663.091		

compuesta de desechos de alimentos y aproximadamente un 19 por ciento de papel y cartón.

Otro de los datos significativos de las tablas anteriores lo representan los componentes inorgánicos misceláneos. Mediante un análisis más detallado (presentado en el cuadro 3), se encontró que el 82 por ciento de los residuos inorgánicos misceláneos, o poco más del 14 por ciento del total de la basura analizada, estaba formada por pañales, comprobándose que existe gran población de niños que utilizan este producto y, además, que la población está compuesta de familias jóvenes.

Estadística descriptiva

Para describir el comportamiento de la población estudiada se calcularon las principales medidas de tendencia central para cada una de las variables asociadas (cuadro 4) a la muestra de basura para cada zona definida.

Haciendo un análisis visual de los datos de la tabla anterior, podemos observar que la mayoría de las variables describen un comportamiento similar, a excepción de las variables *textiles*, *goma*, *madera*, *cuero*, *cobre*, *plomo*, *rocas*, *polvo* e *inorgánicos misceláneos*.

Inferencia estadística

El siguiente paso en el análisis de datos es generalizar las observaciones hechas hacia la totalidad de la población, basándose en la probable semejanza de las dos zonas.

Con este propósito, trataremos de probar que no existe diferencia significativa en el valor obtenido de las medias de cada variable para cada zona, por lo que la hipótesis propuesta es:

H₀: La diferencia entre el valor medio de la variable [nombre de la variable] de la zona 1 y 2 es cero.

H₁: La diferencia entre el valor medio de la variable [nombre de la variable] de la zona 1 y 2 es diferente de cero.

Como primera prueba de verificación de hipótesis, utilizaremos la prueba de diferencia entre medias para muestras grandes y desviación estándar desconocida, siguiendo los siguientes pasos:

1. Utilizar la desviación estándar de cada variable como estimador de la desviación estándar poblacional.

2. Estandarizar la diferencia de las medias de las muestras utilizando la siguiente ecuación:

$$z_{datos} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 5.

3. Con un nivel de significancia del 5 por ciento, el valor del estadístico Z en una tabla normal es de ± 1.96 ,

4. La regla de decisión a utilizar es: *No rechazar H₀ si Z datos < Z estadístico*. En el cuadro 5 se observa que para las variables *latas de hojalata* e *inorgánicos misceláneos* no se puede aceptar la hipótesis nula.

Otra prueba que aplicaremos es el análisis de varianza, el cual nos permitirá probar la significancia de las diferencias entre las medias muestrales.

Este análisis está basado en una comparación de dos estimaciones diferentes de la varianza poblacional. Los pasos a seguir son:

1. Determinar una estimación de la varianza de la población a partir de la varianza entre las medias de las muestras, utilizando la siguiente ecuación:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{\sum n_j (\bar{x}_j - \bar{\bar{x}})^2}{k - 1}$$

Determinar una segunda estimación de la varianza de la población desde la varianza dentro de las muestras, aplicando la ecuación siguiente:

donde

$\hat{\sigma}^2$ = Primera estimación de la varianza de población, basada en la varianza entre medias de las muestras.

$$\hat{\sigma}^2 = \sum \left[\frac{n_j - 1}{n_i - k} \right] s_j^2$$

n_j = Tamaño de la j-ésima muestra.

\bar{x}_j = Media de muestra de la j-ésima muestra.

$\bar{\bar{x}}$ = Gran media.

k = Número de muestras.

CUADRO 3. Componentes inorgánicos misceláneos.

Componentes	Peso
Pañales	403.23
Pañales y alimento para perro	5.43
Pañales y desecho	4.07
Pañales y desecho de perro	24.78
Pañales y tierra	5.37
GRAN TOTAL	442.885

CUADRO 4. *Medidas de tendencia central de las variables.*

	Zona 1				Zona 2			
	n	Media	Varianza	Dev. est.	n	Media	Varianza	Dev. est.
Resicomi	340	2.018	3.934	1.983	325	1.878	3.903	1.976
Papycar	340	0.928	1.076	1.037	325	1.098	13.849	3.721
Plástico	340	0.549	0.816	0.903	325	0.527	0.238	0.488
Textiles	340	0.283	2.026	1.423	325	0.147	0.144	0.380
Goma	340	0.003	0.001	0.028	325	0.002	0.001	0.025
Resijard	340	0.413	1.699	1.303	325	0.348	1.621	1.273
Madera	340	0.039	0.137	0.370	325	0.018	0.008	0.090
Cuero	340	0.014	0.017	0.131	325	0.022	0.022	0.147
Orgamisc	340	0.030	0.048	0.219	325	0.061	0.139	0.373
Vidrio	340	0.230	0.195	0.441	325	0.267	0.287	0.535
Latashoj	340	0.109	0.028	0.167	325	0.155	0.146	0.382
Aluminio	340	0.022	0.004	0.066	325	0.016	0.001	0.038
Cobre	340	0.000	0.000	0.000	325	0.007	0.012	0.109
Fierro	340	0.020	0.030	0.172	325	0.022	0.028	0.168
Plomo	340	0.006	0.012	0.108	325	0.000	0.000	0.000
Rocas	340	0.037	0.136	0.369	325	0.003	0.002	0.041
Ceniza	340	0.000	0.000	0.000	325	0.000	0.000	0.000
Polvo	340	0.015	0.008	0.090	325	0.103	0.680	0.824
Inormisc	340	0.567	1.623	1.274	325	1.072	2.401	1.549

Los valores obtenidos se leen de la siguiente forma:

Para la zona 1:

El contenido promedio por bolsa de basura de residuos de comida es de 2.018 kg.

El contenido promedio por bolsa de basura de papel y cartón es de 0.928 kg.

El contenido promedio por bolsa de basura de plástico es de 0.549 kg.

Para la zona 2:

El contenido promedio por bolsa de basura de residuos de comida es de 1.878 kg.

El contenido promedio por bolsa de basura de papel y cartón es de 1.098 kg.

El contenido promedio por bolsa de basura de plástico es de 0.527 kg.

donde

σ^2 = Segunda estimación de la varianza de la población, basada en la varianza dentro de las muestras.

n_t = Tamaño de la muestra total.

s_j^2 = Varianza de muestra de la j-ésima muestra.

2. Comparar las dos estimaciones de la varianza de la población mediante el cálculo de su cociente en la siguiente forma:

$$F = \frac{\text{Primera estimación de la varianza de la población basada en la varianza entre las medias de las muestras}}{\text{Segunda aproximación de la varianza de la población basada en las varianzas dentro de las muestras}}$$

3. Enseguida se calcula el número de grados de libertad en el numerador y denominador del cociente F estadístico, utilizando las siguientes ecuaciones:

Número de grados de libertad para el numerador = (número de muestras - 1)

Número de grados de libertad para el denominador = nt-k

CUADRO 5. Prueba de diferencia entre medias.

	Zona 1			Zona 2			Zdatos
	n	Media	Varianza	n	Media	Varianza	
Resicomi	340	2.018	3.934	325	1.878	3.903	0.91
Papycar	340	0.928	1.076	325	1.098	13.849	-0.79
Plástico	340	0.549	0.816	325	0.527	0.238	0.39
Textiles	340	0.283	2.026	325	0.147	0.144	1.70
Goma	340	0.003	0.001	325	0.002	0.001	0.44
Resijard	340	0.413	1.699	325	0.348	1.621	0.65
Madera	340	0.039	0.137	325	0.018	0.008	1.04
Cuero	340	0.014	0.017	325	0.022	0.022	-0.73
Orgamisc	340	0.030	0.048	325	0.061	0.139	-1.27
Vidrio	340	0.230	0.195	325	0.267	0.287	-0.97
Latashoj	340	0.109	0.028	325	0.155	0.146	-1.99
Aluminio	340	0.022	0.004	325	0.016	0.001	1.58
Cobre	340	0.000	0.000	325	0.007	0.012	-
Fierro	340	0.020	0.030	325	0.022	0.028	-0.17
Plomo	340	0.006	0.012	325	0.000	0.000	-
Rocas	340	0.037	0.136	325	0.003	0.002	1.66
Ceniza	340	0.000	0.000	325	0.000	0.000	-
Polvo	340	0.015	0.008	325	0.103	0.680	-1.91
Inormisc	340	0.567	1.623	325	1.072	2.401	-4.58

4. Utilizando una tabla para valores de F con un nivel de significación del 5 por ciento y con 2 664 grados de libertad se obtiene un valor de 3.84.

Los cálculos se resumen en el cuadro 6.

5. La regla de decisión a utilizar es: No rechazar H_0 si $F_{\text{datos}} < F_{\text{estadístico}}$

6. De la tabla anterior se observa que para las variables *latas de hojalata, polvo e inorgánicos misceláneos* no se puede aceptar la hipótesis nula.

Interpretación

Basándose en los resultados obtenidos de la aplicación de los dos métodos, es posible determinar que el comportamiento de las variables *latas de hojalata, cobre, plomo, cenizas, polvo e inorgánicos misceláneos* asociadas a cada bolsa de basura no puede ser generalizado a la población total.

Para el resto de las variables se concluye que su comportamiento es similar en ambas zonas, y por lo tanto es el comportamiento de la población estudiada. La media de las muestras es un buen estimador de la media poblacional.

Por lo tanto, las medias para las variables asociadas a una bolsa de basura generada por una casa habitación se comportan como se muestra en el cuadro 7.

A partir del contenido promedio de basura por cada bolsa, obtendremos el contenido promedio de basura generada por semana y por mes, efectuando los siguientes cálculos.

1. Considerando que se efectuaron tres muestreos por semana (tres bolsas por semana), se multiplica el valor de cada variable por tres ($3 * \text{bolsa} = \text{peso total por semana}$).

2. Al multiplicar el valor anterior por cuatro semanas, obtenemos el valor de cada variable por mes (*peso por mes*).

Estos cálculos se muestran en el cuadro 8.

Del cuadro 8 se concluye que los componentes de la basura generada por una

CUADRO 6. *Análisis de varianza.*

	Zona 1			Zona 2			Primera		Segunda	Fdatos
	n	Media	Varianza	n	Media	Varianza	Media**	Varianza**	Varianza**	
Resicomi	340	2.018	3.934	325	1.878	3.903	1.948	3.249	3.913	0.83
Papycar	340	0.928	1.076	325	1.098	13.849	1.013	4.767	7.307	0.65
Plástico	340	0.549	0.816	325	0.527	0.238	0.538	0.079	0.533	0.15
Textiles	340	0.283	2.026	325	0.147	0.144	0.215	3.075	1.105	2.78
Goma	340	0.003	0.001	325	0.002	0.001	0.002	0.000	0.001	0.19
Resijard	340	0.413	1.699	325	0.348	1.621	0.380	0.709	1.659	0.43
Madera	340	0.039	0.137	325	0.018	0.008	0.029	0.077	0.074	1.04
Cuero	340	0.014	0.017	325	0.022	0.022	0.018	0.010	0.019	0.54
Orgamisc	340	0.030	0.048	325	0.061	0.139	0.045	0.154	0.092	1.66
Vidrio	340	0.230	0.195	325	0.267	0.287	0.248	0.229	0.239	0.96
Latashoj	340	0.109	0.028	325	0.155	0.146	0.132	0.350	0.085	4.10
Aluminio	340	0.022	0.004	325	0.016	0.001	0.019	0.007	0.003	2.43
Cobre	340	-	-	325	0.007	0.012	-	-	-	-
Fierro	340	0.020	0.030	325	0.022	0.028	0.021	0.001	0.029	0.03
Plomo	340	0.006	0.012	325	-	-	-	-	-	-
Rocas	340	0.037	0.136	325	0.003	0.002	0.020	0.187	0.070	2.65
Ceniza	340	-	-	325	-	-	-	-	-	-
Polvo	340	0.015	0.008	325	0.103	0.680	0.059	1.289	0.336	3.84

casa habitación por mes, en la comunidad estudiada, se comportan de la siguiente manera:

- El contenido promedio de *residuos de comida* es de 23.391 kg.
- El contenido promedio de *papel y cartones* de 12.131 kg.
- El contenido promedio por mes de *plástico* es de 6.462 kg.
- El contenido promedio de *textiles* es de 2.594 kg.
- El contenido promedio de *goma* es de 0.026 kg.
- El contenido promedio de *residuos de jardín* es de 4.572 kg.
- El contenido promedio de *madera* es de 0.345 kg.
- El contenido promedio de *cuero* es de 0.217 kg.
- El contenido promedio de *orgánicos misceláneos* es de 0.541 kg.
- El contenido promedio de *vidrio* es de 2.976 kg.
- El contenido promedio de *aluminio* es de 0.229 kg.
- *El contenido promedio de fierro* es de 0.249 kg.
- El contenido promedio de *rocas* es de 0.244 kg.

Para las variables *latas de hojalata, cobre, plomo, cenizas, polvo e inorgánicos misceláneos* no existen elementos suficientes para generalizar. En la figura 1 se muestran gráficamente los resultados.

Conclusiones finales

De acuerdo con los resultados que se obtuvieron en esta etapa del estudio que se está realizando en esta comunidad urbana de la ciudad de Mexicali, se pueden inferir algunos cursos de acción para involucrar a la comunidad en el manejo adecuado de los residuos que generan y de esta forma promover una cultura ambiental para que se comprometan con alternativas para dis-

CUADRO 7. *Comportamiento de variables por bolsa de basura.*

<i>Variable por bolsa</i>	<i>Peso (kg)</i>
Residuos de comida	1.949
Papel y cartón	1.011
Plástico	0.539
Textiles	0.216
Goma	0.002
Residuos de jardín	0.381
Madera	0.029
Cuero	0.018
Orgánicos misceláneos	0.045
Vidrio	0.248
Aluminio	0.019
Fierro	0.021
Rocas	0.020

minuir esta problemática, que no es exclusiva de esta ciudad.

El haber estado en contacto con los residuos que se generan dio posibilidad de identificar el tipo y volumen de basura, así como la forma en que la manejan. De acuerdo con la información manejada en el artículo, un porcentaje muy alto de la basura que generan no debe ir directamente al relleno sanitario, pues puede ser reciclada o reusada.

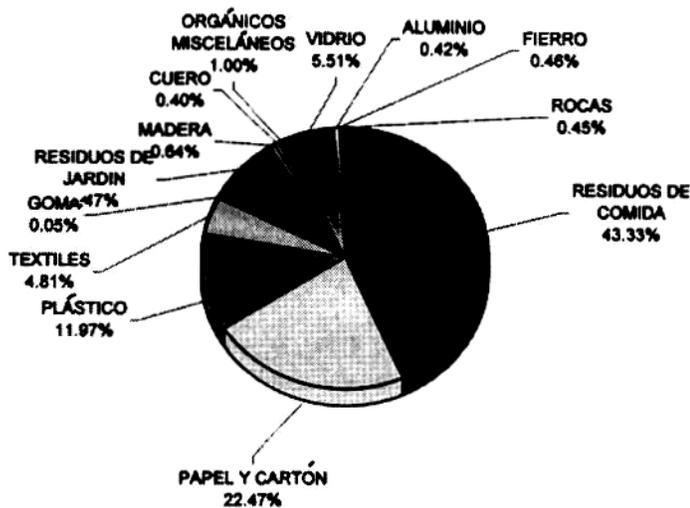
CUADRO 8. *Comportamiento de variables por semana y por mes de una casa habitación.*

	<i>Bolsa</i>	<i>Peso por semana</i>	<i>Peso por mes</i>
<i>Variable por bolsa</i>	<i>(Kg)</i>	<i>(Kg)</i>	<i>(Kg)</i>
Residuos de comida	1.949	5.848	23.391
Papel y cartón	1.011	3.033	12.131
Plástico	0.539	1.616	6.462
Textiles	0.216	0.649	2.594
Goma	0.002	0.007	0.026
Residuos de jardín	0.381	1.143	4.572
Madera	0.029	0.086	0.345
Cuero	0.018	0.054	0.217
Orgánicos misceláneos	0.045	0.135	0.541
Vidrio	0.248	0.744	2.976
Aluminio	0.019	0.057	0.229
Fierro	0.021	0.062	0.249
Rocas	0.020	0.061	0.244

Para involucrar a la comunidad en el aprovechamiento de los residuos que genera, es necesario promover una cultura ambiental, con el propósito de concientizar a la población sobre el impacto que provocan en el ambiente los residuos que generan y la posibilidad de aprovechar una parte cada vez mayor de estos residuos, pues existe un beneficio, sobre todo ecológico, al separar los residuos sólidos de su basura.

Lo anterior implica iniciar nuestro trabajo con la comunidad enseñándole que debe separar los residuos sólidos (papel, periódico, revistas, envases de vidrio, plástico, aluminio, cartón, hojalata, residuos de comida, entre otros) de la basura, que ésta sólo debe contener aquello que ya no le es útil a nadie, y que es precisamente esto lo que debe ir al relleno sanitario; en cambio, el residuo resulta de la descomposición o destrucción de una cosa y es la parte o porción que queda y puede tener valor. Por ejemplo, un galón de plástico que se utilizó para guardar leche o jugo es un residuo porque tiene un valor para otras personas y puede volver a usarse si se le lleva al lugar adecuado; ese lugar son las recicladoras que compran plástico.

La premisa anterior es clave en el trabajo con esta comunidad, pues al estar ana-

GRÁFICA 1. *Composición de la basura generada por mes.*

lizando las muestras que se recogieron en el trabajo de campo se pudo visualizar claramente que ellos manejan estos conceptos como sinónimos.

Asimismo, es necesario contribuir a la formación de una nueva conciencia de la relación hombre-naturaleza, tanto de los productores como de los consumidores, en la que entre otros aspectos se contrarreste el consumismo exagerado que el hombre realiza, así como la producción desmedida de productos que cada vez son menos biodegradables.

Este segundo curso de acción que se plantea es muy ambicioso, pero creemos que con un buen programa de educación ambiental se puede iniciar entre los consumidores, y para el caso de los productores será necesario realizar otro estudio.

Para finalizar, es importante destacar que estos primeros resultados de esta investigación nos llevan a plantear la siguiente premisa para el trabajo completo: y promover una cultura ambiental entre los ciudadanos de la comunidad con la que estamos trabajando, es necesario determinar el nivel de conciencia que poseen, y posteriormente establecer diferentes niveles de conciencia ambiental, y en base a ello diseñar el programa de educación ecológica, lo cual incidirá en la reducción del volumen de basura doméstica que se produce diariamente en la comunidad. Esto obviamente impactará en la reducción de la contaminación por basura de suelo, aire y agua, ya que la generación de basura es uno de los problemas que hay que abordar para eliminar en alguna medida el deterioro ambiental que el hombre está ocasionando en su relación con la naturaleza.

Bibliografía

Aguilar, Margarita y Héctor Salas, *La basura manual de reciclamiento urbano*, México, Trillas, 1991.

Briones, Guillermo, *Métodos y técnicas de investigación para las ciencias sociales*, México, Trillas, 1996.

Gaxiola, Eladio, "Caracterización y comparación de los patrones de consumo en Mexicali, B.C.", tesis inédita de maestría en arquitectura, UABC, Mexicali, 1995.

Levin, Richard y David Rubin, *Estadística para administradores*, México, Prentice Hall, 1994.

Muñoz, R., "El manejo de los desechos sólidos: Una aplicación de la planeación interactiva", tesis inédita de maestría en ciencias en ingeniería de sistemas, UABC, Mexicali, 1996.

Ojeda, S., Los niveles de conciencia ambiental en una comunidad: Un instrumento para diseñar un programa educativo ambiental, tesis doctoral, Universidad Iberoamericana del Noroeste (en proceso).

Ojeda, S. y H. Silva, El impacto de la contaminación por basura y sus efectos en la ciudad de Mexicali, Mexicali, B. C., Universidad Autónoma de Baja California-Instituto de Ingeniería, 1996.

Restrepo, Iván, Los demonios del consumo, basura y desperdicio, Centro de Ecodesarrollo, 1991.

Sedesol, Proyecto ejecutivo de relleno sanitario y estudio de impacto ambiental de Mexicali, B.C., 1994.

Terrel, Daniel, *Business Statistics*, Estados Unidos, Houghton Mifflin Company, 1986.