

Caracterización de los residuos sólidos en el mercado "Héroes del 47" de Tuxpan, Veracruz

Characterization of solid waste in the market "Heroes del 47", Tuxpan, Veracruz

Blanca Esther Raya Cruz<sup>1\*</sup>, Ivette Alicia Chamorro Florescano<sup>2</sup>, Karla Anahí Lira Rodríguez<sup>3</sup>, Juan Manuel Pech-Canché<sup>4</sup>

Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Región Poza Rica - Tuxpan, Universidad Veracruzana. Km 7.5 Carretera Tuxpan-Tampico, Col. Universitaria, 92860, Tuxpan, Veracruz, México.

Blanca Esther Raya Cruz: [braya@uv.mx](mailto:braya@uv.mx)  <http://orcid.org/0000-0002-9556-7477>

Ivette Alicia Chamorro Florescano: [ichamorro@uv.mx](mailto:ichamorro@uv.mx)  <http://orcid.org/0000-0003-3770-3394>

Karla Anahí Lira Rodríguez: [karla\\_lr1992@hotmail.com](mailto:karla_lr1992@hotmail.com)

Juan Manuel Pech-Canché: [jmpech@uv.mx](mailto:jmpech@uv.mx)  <https://orcid.org/0000-0002-8455-593X>

Esta investigación fue financiada con recursos de los autores.

Los autores no tienen ningún conflicto de interés al haber hecho esta investigación.

Remita cualquier duda sobre este artículo a Blanca Esther Raya Cruz.

## RESUMEN

En el mercado "Héroes del 47" de Tuxpan se presenta una problemática en el manejo de los residuos sólidos. De tal manera que el objetivo de este trabajo fue caracterizar los residuos sólidos para el mercado. Primero se determinó el tamaño de la muestra, se seleccionaron los 36 locales por muestreo aleatorio por bloques, posteriormente se realizó la caracterización de los residuos sólidos, se llevó a cabo en dos muestreos en el mes de mayo y agosto de 2015, posteriormente se realizó un análisis estadístico con el Modelo Lineal Generalizado (GML) con el fin de evaluar las variables independientes días, muestreo y subproducto sobre el peso generado en Kg por día. La determinación de la composición física de los residuos se ejecutó con base en la NMX-AA-022-1985 y con apoyo de la NMX-AA-015-1985. El modelo lineal generalizado no mostró una diferencia en el peso total de los residuos sólidos entre los siete días muestreados de la semana ( $X^2=8.89$ ,  $g.l=6$ ,

**Recibido:** 09/07/2022

**Aceptado:** 28/08/2022

**Publicado:** 01/12/2022



Copyright (c) 2022 Alarcón Zapata Marco Antonio, Romero Salas Dora, Ojeda Chi Melina Maribel, Chaparro Gutiérrez Jenny y Serrano Solis Arturo.

Esta obra está protegida por una licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

$P=0.17994$ ), sin embargo, el peso total de los residuos entre los dos muestreos realizados en mayo y agosto, si presentaron diferencias significativas ( $X^2=3.96$ ,  $g.l=1$ ,  $P=0.04665$ ).

**Palabras Clave:** Problemática, residuos sólidos, temporadas, mercados.

### ABSTRAC

In the market "Heroes del 47" of Tuxpan there is a problem in the management of solid waste. In such a way that the objective of this work was to characterize the solid waste for the market. First, the size of the sample was determined, the 36 locations were selected by random sampling by blocks, later the characterization of the solid waste was carried out, it was carried out in two samplings in the month of May and August 2015, later it was carried out a statistical analysis with the Generalized Linear Model (GML) in order to evaluate the independent variables days, sampling and by-product on the weight generated in Kg per day. The determination of the physical composition of the waste was carried out based on NMX-AA-022-1985 and with the support of NMX-AA-015-1985. The generalized linear model did not show a difference in the total weight of solid waste between the seven sampled days of the week ( $X^2=8.89$ ,  $g.l=6$ ,  $P=0.17994$ ), however, the total weight of waste between the two samplings carried out in May and August, if they presented significant differences ( $X^2=3.96$ ,  $g.l=1$ ,  $P=0.04665$ ).

**Keywords:** Problems, solid waste, seasons, markets

### INTRODUCCION

Al paso del tiempo, diversas actividades humanas han generado residuos sólidos que, además de propiciar el uso extensivo de los recursos naturales, provocan diversos problemas para el ambiente (INEGI, 2012). Por lo tanto, se debe resaltar que los residuos sólidos urbanos están conformados por residuos orgánicos de origen doméstico, comercial, industrial y por los generados en la vía pública, estos últimos, resultan de la eliminación de materiales, como envases o empaques y de residuos que provienen de cualquier otra actividad (Esquinca *et al.*, 2003).

Es importante mencionar que la producción excesiva de estos residuos, se convierten en un problema mayor a la hora de almacenarlos, disponerlos o eliminarlos, por ello es necesario aprender, manejar y aprovechar adecuadamente los residuos que se producen. Actualmente se estima que se recolecta únicamente el 86% del total de los residuos generados. Del total generado, casi el 60% se deposita en forma adecuada, esto corresponde a sitios controlados y rellenos sanitarios (Beaglehole *et al.*, 2003).

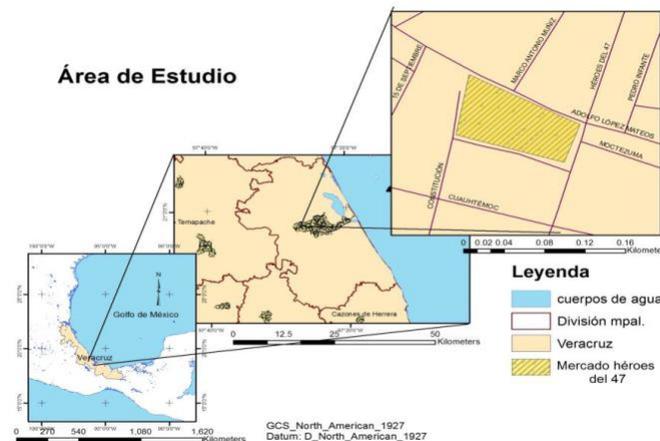
Uno de los principales problemas ambientales en Veracruz es el manejo inadecuado y disposición de los residuos sólidos, ya que provocan un impacto negativo al ambiente y enfermedades a la salud por la exposición de estos. Por ello, se establecen estrategias nacionales que incluyen la definición de un marco normativo que permita un control más eficiente sobre la contaminación ambiental. Además del desarrollo de políticas para reducir su generación, estimular su reutilización y reciclado de materiales, el fortalecimiento a las instituciones involucradas con el manejo y operación de los residuos y la búsqueda de esquemas de financiamiento adecuados a las capacidades de pago de los municipios (Gutiérrez *et al.*, 2012).

Existen lugares de mayor generación y acumulación de residuos sólidos urbanos (RSU), uno de ellos son los mercados. En México, estos sitios han prevalecido desde la época precolombina, en la actualidad a pesar del cambio en los hábitos de consumo y comercialización entre la población, continúan ocupando un lugar predominante en el comercio de bienes (INE, 1997; INE, 2007).

En el municipio de Tuxpan, Veracruz, el mercado Héroes del 47 diariamente genera una gran cantidad de residuos sólidos, a los cuales no se les da un tratamiento adecuado en la separación, recolección y almacenamiento. Tomando en cuenta que la mayoría de los residuos que se producen en este lugar son sólidos urbanos, podrían ser aprovechados de manera que se beneficie al mercado y a que se reduzca el impacto que ocasiona el mal manejo de estos residuos. Esta investigación surge debido a la necesidad de un manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos con la finalidad de reducir los impactos ambientales que principalmente se manifiestan en la contaminación del suelo, aire, aguas superficiales y subterráneas o bien por afectaciones a la salud pública. De acuerdo a lo anterior el objetivo de este trabajo es proponer un programa de manejo de residuos sólidos en el mercado "Héroes del 47".

## MATERIALES Y METODOS

Tuxpan se localiza en la zona norte de la entidad, en la Huasteca Veracruzana; a una distancia de 350 km de la capital del estado, así mismo, colinda con Tamiagua al norte; con el Golfo de México al este; con Cazones de Herrera al sur; con Tihuatlán al suroeste, y con Temapache al oeste (Figura 1).



Fuente: Elaboración propia.

Figura1. Macrolocalización del mercado Héroes del 47 en Tuxpan.

### Descripción del sitio de estudio

El área donde se realizó el estudio fue el mercado Héroes del 47, éste cuenta con una superficie de 4472,5 m<sup>2</sup>. Este lugar está conformado por 534 locales, de los cuales 362 locales son competencia pública, es decir, está bajo la administración del H. Ayuntamiento del municipio de Tuxpan, el resto 172 locales son de ámbito particular. El mercado está conformado por áreas de frutas y verduras, carnicerías, pescaderías, abarrotes, bisuterías, tiendas de ropa, comedores, baño público, entre otras más, esto se observa en la Figura 2. La gestión de este lugar comienza desde la cabecera municipal,

donde se encuentra el departamento de comercio conformado por un director, dentro del mercado existe un administrador que vigila el orden y distribución de recursos, este mismo sitio consta de una mesa directiva de locatarios donde se tiene a un representante para la organización de juntas para lograr acuerdos comunes entre ellos.

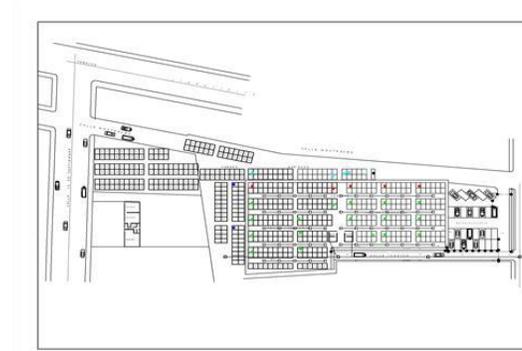


Figura 2. Plano del mercado Héroes del 47.

Fuente: H. Ayuntamiento Constitucional de Tuxpan, Ver. Dirección de Obras Públicas

#### Determinación de tamaño de muestra de locales del mercado

Para conocer el tamaño de muestra ideal para este método cuantitativo, se calculó con ayuda del programa Sample Size Calculator que se encuentra en línea donde se introdujeron los datos numéricos para establecer la proporción del tamaño de muestra, en el cual se obtuvo un nivel de confianza de 95% y un margen de error de 0.05.

#### Selección de locales para el muestreo de la generación de los residuos sólidos

En la selección de los locales, se utilizó la técnica de muestreo aleatorio por bloques, donde se obtuvo una muestra representativa del mercado, dividiéndolos en ocho bloques, estos se eligieron al azar quedando distribuidos de la siguiente manera representada en el Cuadro 1. Previamente al muestreo se realizó una junta con los locatarios y el presidente de la mesa directiva del mercado para informarles la fase de recolección de los residuos, al día siguiente se visitó los locales para proporcionarles bolsas de polietileno de 90x60 cm con sus respectivas etiquetas.

Cuadro 1. Distribución por bloques de locales del mercado

No. de bloques	No. de locales	Nombre de los bloques
1	5	Frutas y verduras
2	5	Pescaderías
3	4	Carnicerías
4	4	Bisuterías
5	4	Abarrotes
6	5	Comedores
7	5	Chiles y semillas
8	4	Otros: artesanías, plásticos, hierbería y jugos

### Determinación de la generación total de los residuos sólidos

Esta etapa se llevó a cabo en dos fases, la primera fase fue en la temporada baja en el mes de mayo y la segunda fue en temporada alta en el mes de agosto de 2015, estos muestreos tuvieron una duración de 7 días que comenzaron el lunes y finalizaron el domingo. Durante las dos semanas de muestreo se ejecutaron repetidamente las actividades de recolección de los residuos sólidos, esto se llevó a cabo con las visitas diarias a los locales seleccionados, dichos locatarios realizaban la entrega de las bolsas, previamente cerradas, con un contenido de residuos sólidos y con un tiempo de 24 horas, posterior a esto se trasladaron al área (estacionamiento) designada por el administrador del mercado. Las actividades realizadas diariamente consistían en medir el peso (Kg) (con ayuda de una báscula) de las bolsas recolectadas para obtener de la generación total por día de los 36 locales, estos datos se anotaron en una tabla de campo, una vez registrados los datos en Microsoft Office Excel 2013, se analizaron para obtener la generación total de residuos sólidos, consecutivamente se realizó un el Modelo Lineal Generalizado (GLM) con distribución gaussiana y con liga identity para evaluar el efecto de las variables independientes días, muestreo y subproductos sobre el peso generado en Kg.

Para determinar la composición física de los residuos, se realizaron las actividades de separación de los subproductos y pesado diario, colocando una lona en el suelo donde se vaciaron todas las bolsas de residuos sólidos recolectadas, se clasificó una parte de la muestra total de los residuos generados, debido a que la cantidad era mayor a los 50 kg, cantidad mínima considerada por la NMX-AA-15-MÉTODO DE CUARTEO (SECOFI, 1985).

En la separación se utilizaron las mismas bolsas de la recolección, para evitar la generación de más residuos sólidos, para la clasificación se utilizó la NMX-AA-022-1985 SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS (SECOFI, 1985).

Posterior a la separación de los residuos, se pesaron individualmente y se anotó en una tabla de registro de generación diaria, estos valores se utilizaron para realizar el cálculo de porcentaje de cada subproducto mediante la formula:

$$PS = \frac{G^1}{G} \times 100$$

En donde:

PS = Porcentaje del subproducto considerado.

G<sup>1</sup> = Peso del subproducto

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

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

## RESULTADOS

### Generación de residuos sólidos del primer muestreo

De acuerdo con los resultados obtenidos en el primer muestreo, el cual se realizó en la temporada baja (Mayo), la generación total de los residuos sólidos del mercado "Héroes del 47" fue de 675.96 Kg. En el Cuadro 2 se observa que durante los días de la semana existe una diferencia en cuanto al

peso, el cual muestra que los días en los que se generó mayor cantidad de residuos sólidos fueron el lunes con 114.27 Kg y viernes con 110.27 Kg (Figura 3).

Cuadro 2. Generación total (Kg) de los residuos sólidos del mercado del 1°

Peso diario en Kilogramos y gramos (Kg, gr)								
Locales	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
Frutas y verduras	2	5	5	2	4	3	4	25
Frutas y verduras	10	9	5	8	8	8	3	51
Frutas y verduras	3	4	5	7	9	5	5	38
Frutas y verduras	5	4	2	2	4	4	5	26
Frutas y verduras	7	9	13	16	9	7	3	64
Pescadería	2	5	3	3	0.400	3	2	18.400
Pescadería	3	3	1	0.880	0.750	2	0.440	11.070
Pescadería	7	5	7	6	11	7	7	50
Pescadería	5	3	0.800	2	1.320	2	2	16.120
Pescados y mariscos	0.850	0.200	1.080	0.320	0	1.200	0.600	4.250
Carnicería	3	8	0.980	1.120	8	2	5	28.100
Carnicería	1	0.400	0.880	2	0	1.420	0.320	6.020
Carnicería	2	0.640	4	2.320	2	3	0	13.960
Carnicería	1	2	5	1	0	7	3.600	19.600
Bisutería	0.610	1.200	0.400	0.740	0.720	1.240	0.400	5.310
Bisutería	0.600	1	0.420	0.800	0.640	0.940	0.680	5.080
Bisutería	0.230	0.400	0.400	0.720	0.380	0.240	0.920	3.290
Bisutería	1.100	0.600	0.420	0.720	0.340	1.340	0.320	4.840
Abarrotes	0.200	0.560	0.940	0.620	0.720	0.680	0	3.720
Abarrotes	26	0.670	8	9	8	3	1.200	55.870
Abarrotes	4	2	1.200	5	6	3	5	26.200
Abarrotes	1.880	0.480	0.880	4	0.840	0	0.380	8.460
Comedor	3	3	1.900	0	3	2	0	12.900
Cocina económica	3	8	3	4	9	4	8	39
Comedor	3	2.520	4	6	3	4	2	24.520
Comedor	2	3	2	1.580	2.400	1.800	1.200	13.980
Cocina económica	4	2.880	0	0.840	2	3.800	1.420	14.940
Chiles y semillas	1	1.080	1.050	1	3	1	0.840	8.970
Chiles y semillas	2	4	0.920	3	5	1	0	15.920
Especias y semillas	0.800	0.320	0.680	0.840	1	2.400	0.880	6.920
Especias y semillas	1	0.280	3	3	0.440	0.740	0.280	8.740
Chiles y semillas	1	0.720	1	1.720	1	1.480	1.780	8.700
Artesanías	2	0.240	0.800	0.280	0.600	0.440	0.220	4.580
Plásticos	4	5	4.200	0.820	3	2	0	19.020
Veladoras y hierbería	1	1.24	0.480	2	1.720	1.800	2.440	10.680
Jugos	0	0	0	1.400	0	0.400	1	2.800
Total	114.270	97.430	89.430	101.720	110.270	92.920	69.920	675.960

En la Figura 3 se observa que la generación más alta fue el día lunes, disminuyendo con un valor bajo que es el día miércoles (89.430 Kg), después se observa un aumento el día viernes (110.270 Kg) para volver a disminuir gradualmente hasta el domingo (69.920 Kg).

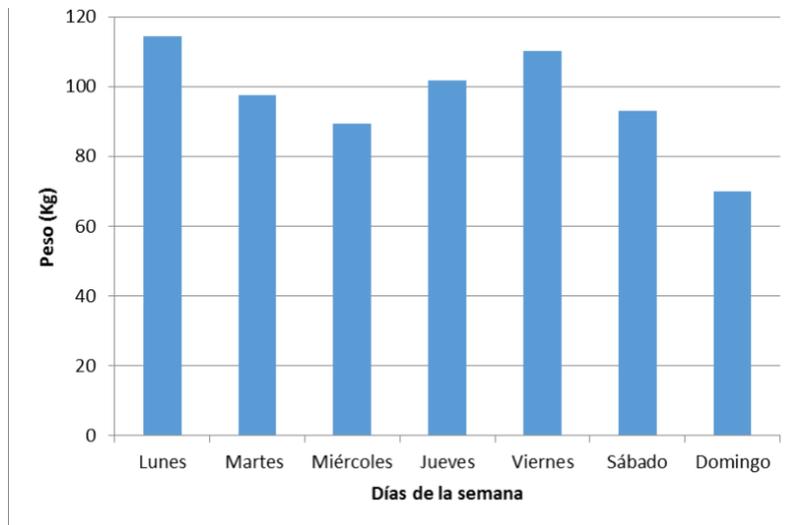


Figura 3. Peso total de los residuos sólidos correspondientes a la temporada baja.

#### Caracterización de los residuos sólidos del primer muestro

En cuanto a la composición física de los residuos, en el Cuadro 3 se muestra el peso diario de los subproductos que se clasificaron de la siguiente manera y que se generaron en los diferentes días de la semana:

- a) Residuos alimenticios: restos de comida, frutas y verduras.
- b) Papel: periódicos, revistas, servilletas, papel de estrasa, recibos y hojas.
- c) Cartón: cajas.
- d) Vidrio: Botellas y frascos.
- e) Plásticos: taparrosas, popotes, envolturas plásticas.
- f) Bolsas de polietileno: envolturas de polietileno (nylon).
- g) Botellas plásticas: recipientes de bebidas, productos de limpieza.
- h) Metal: latas de hojalata, aluminio y taparrosas de jugos.
- i) Madera: restos de cajas de madera donde contiene las frutas y verduras.
- j) Tetra brik: envases contenedores de leche y jugos, formados por capas de polietileno, aluminio y cartón.
- k) Otros: tela, cable, aserrín, pedazos de azulejo, residuos no clasificados en la lista anterior.

Cuadro 3. Generación diaria por subproducto y estimación en porcentaje.

Peso diario en Kilogramos y gramos (Kg, gr)

Subproducto/día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	viernes	sábado	domingo	Total	Porcentaje %
Residuos de alimento	56	51.200	50.320	46.040	58.040	52.920	46.240	360.760	78.77
Papel	2.640	1.800	3.380	2.690	2.340	4.080	2.720	19.650	4.29
Cartón	0.620	1.640	2.620	3.280	1.660	1.940	1.720	13.480	2.94
Vidrio	0.240	1.670	0.400	0.620	0.600	0.650	0.200	4.380	0.96
Plásticos	1.520	1.400	1.170	1.200	0.720	0.460	1.880	8.350	1.82
Unicel	0.200	0.90	0.150	0.120	0.240	0.410	0.440	2.460	0.54
Bolsas de polietileno	2.720	2.840	5.620	5	1.680	8.720	3.800	30.380	6.62
Envases plásticos	2.820	1.120	1.630	1.160	1	2.440	1.780	11.950	2.61
Metal	0.650	0.450	0.860	0.240	0.500	0.540	0.400	3.640	0.79
Madera	0.100	0	0.340	0.60	0	0.120	0	1.160	0.25
Tetra brik	0.120	0.60	0.200	0	0.50	0.140	0.200	1.760	0.38
Otros	0	0.040	0.220	0	0.020	0.320	0	0.600	0.13
Total	67.630	63.660	66.910	60.950	67.300	72.740	59.380	458.570	100.00

La generación total de los residuos fue de 675.96 Kg, los resultados de la fase de separación por subproducto mostro un porcentaje mayor en los residuos alimenticios de 78.77%, así mismo el subproducto de bolsas de polietileno con 6.62% y con menor proporción la clasificación de "otros" donde incluye diversos residuos (Cuadro 3, Figura 4).

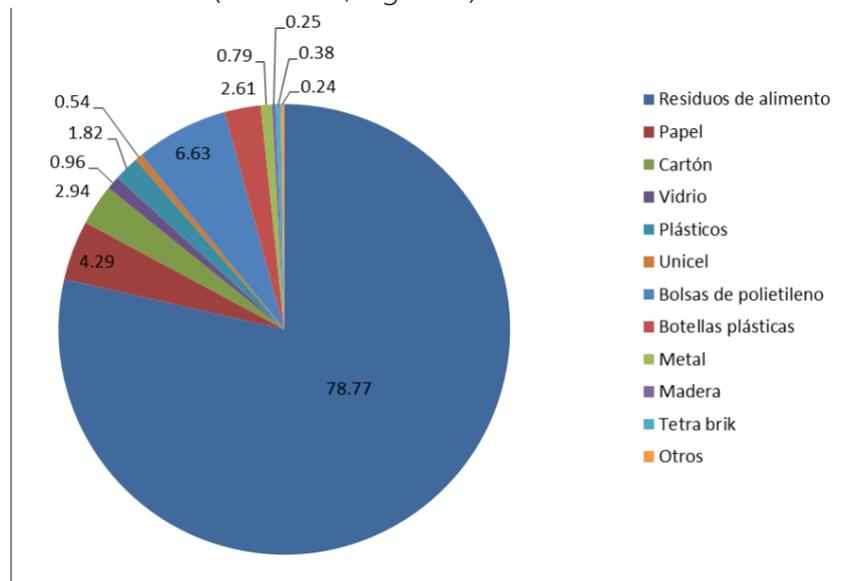


Figura 4. Composición de los residuos sólidos del mercado del 1º muestreo.

Generación de residuos sólidos del segundo muestreo

Por otro lado, los resultados obtenidos en el segundo muestreo, el cual se llevó a cabo en la temporada alta, es decir, en temporada de vacaciones (Agosto), generó un total de residuos sólidos

en el mercado de 766.840 Kg (cuadro 4), mostrando que durante los días de la semana existe un contraste en cuanto al peso, el cual muestra que los días en los que se generó mayor cantidad de residuos sólidos fueron el lunes con 158.260 Kg y miércoles con 117.740 Kg (Figura 5).

Cuadro 4. Generación total de residuos sólidos del mercado del 2° muestreo

Peso diario en Kilogramos y gramos (Kg, gr)								
Locales	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
Frutas y verduras	5	7	6	5	4	8	13	48.000
Frutas y verduras	15	11	11	13	14	17	11	92.000
Frutas y verduras	9	6	10	5	3	7	7	47.000
Frutas y verduras	8.400	7	4.500	9	7	3	0	38.900
Frutas y verduras	9	7	9	6	5	9	4	49.000
Pescadería	6	4	5.500	4	7	0	9	35.500
Pescadería	2.800	2	0	2.500	1.200	7	0	15.500
Pescadería	10	7	5	3.500	4	3	2	34.500
pescadería	10	1.500	3	1	0.580	2.480	0.280	18.840
Pescados y mariscos	2.000	2	0.800	2.200	1	1.500	0.400	9.900
Carnicería	7	1.040	2.200	0.850	1.880	1.040	2	16.010
Carnicería	0.150	0	1.320	0.380	0.600	0.690	0	3.140
Carnicería	3	1.440	2	1.200	3	4	2.500	17.140
Carnicería	1	2.500	3.500	1.400	3	3	5	19.400
Bisutería	1.500	0.480	3	0.640	0.380	1.200	0.250	7.450
Bisutería	0.840	0.440	1.200	0.380	0.640	0.800	0	4.300
Bisutería	0	0.400	0.400	0.000	0.400	0.780	0	1.980
Bisutería	0.380	0.400	1	0.400	0.240	0.400	0.180	3.000
Abarrotes	1	0.680	0.720	0.600	0.840	1.480	0.240	5.560
Abarrotes	17	2.500	9	6	7	3	0	44.500
Abarrotes	16	5	4.500	4	1.200	2	4	36.700
Abarrotes	0.000	1.000	2	0.540	0.680	0	0	4.220
Comedor	4	3	4	3	3	3	1.500	21.500
Cocina económica	6	5	4	7.500	6	4	5	37.500
Comedor	6	3	1.800	4	2	3	5	24.800
Comedor	1.500	3	3	4.200	5.200	4.500	5.500	26.900
Cocina económica	1.900	0.800	0	1.500	0.400	2	0.400	7.000
Chiles y semillas	0.240	0.740	4.500	2.150	0.840	4	2	14.470
Chiles y semillas	0	0	7	1	0.840	2	0	10.840
Especias y semillas	0.380	1.800	0.400	2	2	3	0.800	10.380
Especias y semillas	4	0.450	0.800	0.380	6	2	0.800	14.430
Chiles y semillas	0.320	2	4	2.500	6	1.800	1	17.620
Artesanías	0.650	0.840	0.600	0.180	0.000	0.650	0	2.920
Plásticos	2.200	0	0	1	3	2.300	1.500	10.000
Veladoras y hierbería	5	0.280	2	2	0.800	3	0	13.080
Jugos	1	0	0	0.000	1	0.680	0.180	2.860
Total	158.260	91.290	117.740	99.000	103.720	112.300	84.530	766.840

Para el segundo muestreo los resultados mostraron una generación de productos más alta, a comparación con el primer muestreo, el día lunes tuvo una mayor generación de residuos sólidos (158.260 Kg), disminuyendo el día martes (91.290 Kg), consecutivamente se observó un aumento el

día miércoles (117.740 Kg) y el valor más bajo lo presento el domingo (84.530 Kg), mientras que los días jueves, viernes y sábado se mantuvieron con un valor constante (Figura 5).

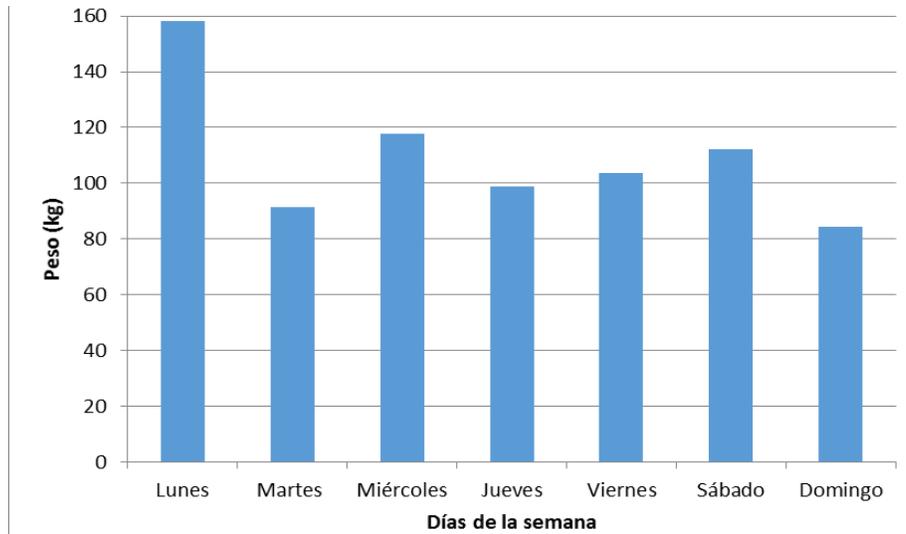


Figura 5. Peso total de los residuos sólidos durante la temporada alta.

Caracterización de los residuos sólidos en el segundo muestreo

En cuanto al segundo muestreo, se registraron los mismos subproductos que el primer muestreo, 11 subproductos que se muestran en el cuadro 5 con la generación por día de los subproductos. Se clasificaron de la siguiente manera:

- a) Residuos alimenticios: restos de comida, frutas y verduras.
- b) Papel: periódicos, revistas, servilletas papel de estrasa, recibos y hojas.
- c) Cartón: cajas.
- d) Vidrio: Botellas y frascos.
- e) Plásticos: taparrosas, popotes, envolturas plásticas.
- f) Bolsas de polietileno: envolturas de polietileno (nylon).
- g) Botellas plásticas: recipientes de bebidas, productos de limpieza.
- h) Metal: latas de hojalata, aluminio y taparrosas de jugos.
- i) Madera: restos de cajas de madera donde contiene las frutas y verduras.
- j) Tetra brik: envases contenedores de leche y jugos, formados por capas de polietileno, aluminio y cartón.
- k) Otros: tela, cable, aserrín, pedazos de azulejo, residuos no clasificados en la lista anterior.

Cuadro 5.- Generación diaria por subproducto y estimación en porcentaje.

Peso diario en Kilogramos y gramos (Kg, gr)

Subproducto/día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total	%
Residuos de alimentos	67	73.040	77.500	56	71	76	38	458.540	83.30
Papel	2.200	1.200	2	1.500	2.120	2.800	1.380	13.200	2.40
Cartón	1.400	1.400	2.240	2	3.500	3.780	0.800	15.120	2.75
Vidrio	2	1.340	3.100	0.580	1.040	1.800	0.300	10.160	1.85
Plásticos	1.200	1.480	1.320	0.680	1.600	0.800	0.600	7.680	1.40
Unicel	0.600	0.340	0.520	0.240	0.400	0.400	0.380	2.880	0.52
Bolsas de polietileno	3.000	4	3.600	2	2.600	6	1.520	22.720	4.13
Botellas plásticas	1.600	1.080	1.200	0.600	1.560	1.700	1.200	8.940	1.62
Metal	1.500	1.040	0.440	0.320	1	1.500	1	6.800	1.24
Madera	0	0.840	1	0.400	0	0	0	2.240	0.41
Tetra brik	0.200	0.320	0.120	0.320	0.320	0.100	0.80	2.180	0.40
Otros	0.370	0	0	0	0.200	0	0	0.570	0.10
Total	81.070	86.080	93.040	64.640	85.140	94.880	45.980	550.460	100.00

Con respecto a la composición física de los residuos sólidos generados en el mercado en el segundo muestreo (Figura 6), el 83.30% está conformado por residuos de alimentos y el 16.70% corresponde a materia de origen inorgánico (Plásticos, papel, cartón, vidrio, metal, unicel, madera y tetra brik). Principalmente los residuos sólidos que se generaron en mayor proporción son residuos orgánicos, es decir, son residuos biodegradables.

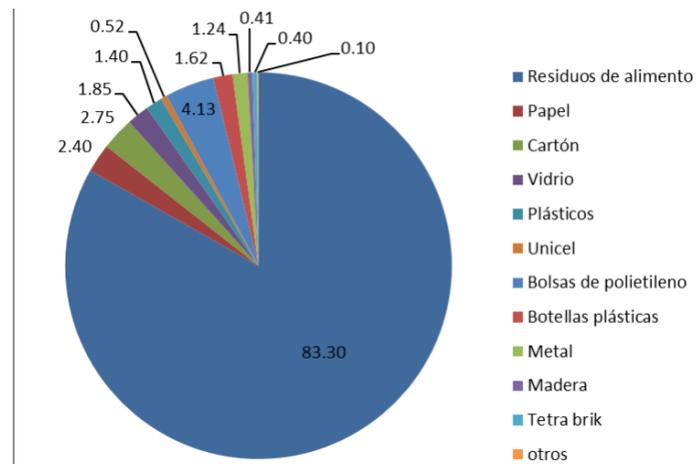


Figura 6. Composición de los residuos sólidos del mercado del 2º muestreo.

Análisis estadístico de la generación y composición física de los residuos sólidos

En los dos muestreos, el modelo lineal generalizado no mostró una diferencia en el peso total de los residuos sólidos entre los siete días muestreados de la semana ( $X^2=8.89$ , g.l.=6,  $P=0.17994$ ), sin embargo, el peso total de los residuos entre los dos muestreos realizados en mayo y agosto, si presentaron diferencias significativas ( $X^2=3.96$ , g.l.=1,  $P=0.04665$ ) (Figura 7).

El peso entre los subproductos mostró diferencias significativas ( $X^2=20.75.31$ ,  $g.l=1$ ,  $P=0.0001$ ), los residuos alimenticios tienen una mayor generación, mientras que los residuos que se generaron menos fueron los clasificados como "otros" (tela, cable, azulejo y aserrín).

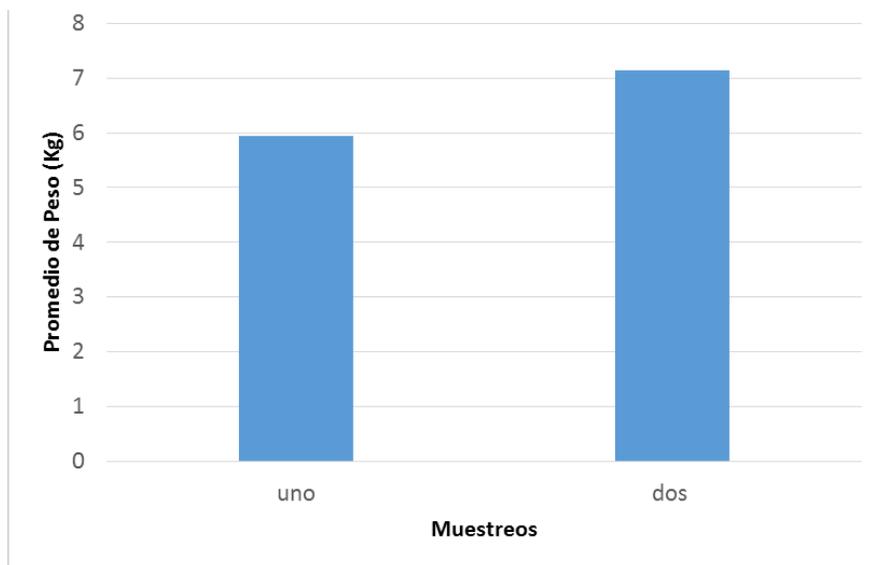


Figura 7. Promedio del peso total de la generación de residuos sólido.

#### Diagnóstico del manejo y disposición de los residuos sólidos

La problemática que se identifica en el mercado "Héroes del 47", es debido a la generación diaria de los residuos sólidos, la causa es el inadecuado manejo de estos desechos debido a la falta de conocimiento, conciencia, gestión, instalaciones del sitio, entre otras. Anteriormente los locatarios del mercado ubicaban y acumulaban los residuos fuera del mercado (en la entrada del mismo), el servicio de limpia pública posteriormente los retiraba del sitio para su disposición final, es importante aludir que no solo los vendedores del mercado amontonaban los residuos, si no que las personas de las viviendas de los alrededores también contribuían a la contaminación visual. A partir de este año, se almacena de manera individual los residuos generados en cada uno de los locales comerciales dentro del mercado.

Debido a esto es importante llevar a cabo estrategias para el buen manejo de estos residuos, evitando los impactos en el entorno social, ambiental y económico, cabe mencionar que los residuos sólidos están compuestos por materia orgánica e inorgánica, estos materiales pueden ser reutilizados y reciclados de diferentes maneras para la disminución de los mismos, por el cual se obtiene un mayor aprovechamiento y por otro lado se contribuye a conservar un ambiente limpio y saludable. Sin embargo, se pudo identificar la mayor contaminación proviene de los productos desechables que utilizamos en la vida cotidiana como lo son las botellas de plástico, envolturas plásticas, aluminio, etc., esto es ocasionado en los distintos locales del mercado, creando una contaminación ambiental.

## DISCUSIÓN

En el presente trabajo se realizó una determinación de los residuos sólidos producidos en el mercado "Héroes del 47", observando una generación total de 1442.80 Kg durante dos semanas de muestreo. Así mismo, estudios previos como IPES y OACA (2004); Yokasta (2011) confirman que la mayor generación de residuos se encuentra en los mercados provocando además una contaminación visual en diferentes países a nivel mundial. Aunque no exista una supervisión rigurosa en la manipulación de los alimentos y la gestión de los residuos generados en el comercio de los mismos, se considera importante para evitar que los mercados se conviertan en focos de contaminación del entorno urbano por la inmensa cantidad de desechos que se eliminan diariamente (Lopez, 2009). Es importante mencionar que actualmente no se cuenta con registros de trabajos previos en el que se indique la generación total de residuos sólidos procedentes de los mercados del municipio de Tuxpan, Veracruz.

De acuerdo con el presente estudio, en el primer muestreo se observaron que los días lunes y viernes se generó mayor cantidad de residuos, así mismo el día con menor peso fue el domingo. De tal manera que esto puede atribuirse a que el mayor porcentaje de la población realiza sus compras en el mercado el fin de semana y a que el servicio de limpia pública los días domingos recolecta los residuos sólidos en un horario de 9:00 a 10:00 am mientras que los locatarios en las mañanas tienen menor generación de residuos sólidos, por ello, los residuos que generan el resto del día se unen con los desechos del día lunes, contribuyendo a que el día lunes exista mayor generación de residuos sólidos, en contraste, Castillo y De Medina (2014) observaron que la generación más alta fue el día martes disminuyendo el día jueves y sábado lo que mencionan que esto se debe a que el mayor porcentaje de la población corresponde al estrato popular que generalmente reciben su salario el fin de semana, por lo que la generación de residuos sólidos domiciliarios va disminuyendo a medida que transcurre la semana.

La gran cantidad de residuos orgánicos forman una parte significativa en la composición de los residuos sólidos urbanos principalmente de los mercados, respecto a la composición física de los RSU del presente trabajo, se observó que durante los muestreos realizados arrojaron un porcentaje mayor a 75%, proporción de materia orgánica (residuos alimenticios). Yokasta (2011) menciona que la cantidad de la materia orgánica es muy alta, debido a que la población integrante, según su capacidad económica, compra, consume mayor cantidad de alimentos no procesados, generando un incremento de desechos orgánicos, el cual estos desechos tienen un potencial de aprovechamiento como abono. Respecto a la lista de los subproductos, los materiales inorgánicos (bolsas de polietileno) muestran una mayor proporción (4.13%) a diferencia de los demás subproductos, cabe señalar, el vidrio y la madera presentan porcentajes bajos, reflejando un consumo muy bajo, concordando con Flores y López (2009); IPES y ECI (2011) que al respecto refieren, que los desechos alimenticios, constituyen el componente más grande en las ciudades de los países de vías de desarrollo y es relativamente más pequeño en países desarrollados como Estados Unidos de América.

En lo que corresponde al análisis estadístico se observó, que el peso tuvo diferencias significativas entre los dos muestreos, esto puede relacionarse con la temporada, ya que, una parte de la población del municipio de Tuxpan, está conformada por maestros y estudiantes el cual obtienen vacaciones en el mes de agosto (fin de ciclo escolar) por lo tanto los habitantes realizan visitas frecuentes al mercado durante la semana, mientras que el fin de semana (viernes, sábado y domingo) llevan a cabo otras actividades para convivir en familia, reflejando un menor consumo de productos en el mercado, lo anterior contribuye a una baja cantidad de residuos sólidos. Tobaada *et al.* (2011) mencionan que la cantidad de residuos siempre va a depender por temporalidades, la composición y la generación de residuos obedece a diversas variables, por lo que, para garantizar estos parámetros en zonas urbanas en un municipio, es necesario contar con más estudios de caracterización de residuos sólidos de los mercados.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con la caracterización de los residuos sólidos urbanos generados en el mercado se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los pesos totales en ambos muestreos, lo que puede deberse a una variación estacional asociada a un mayor consumo de productos en el periodo vacacional que fue en el segundo muestreo.

Para la composición física de los residuos sólidos la materia orgánica (residuos alimenticios, frutas y verduras) mostraron una mayor proporción en los dos muestreos, lo que indica que el mercado tiene mayor demanda de productos orgánicos (frutas y verduras) ocasionando mayor porcentaje de residuos orgánicos el cual esta materia tiene un alto porcentaje de degradación y se utiliza como composta para uso doméstico, comercial y para las actividades agrícolas.

Por último, las causas del inadecuado manejo de los residuos sólidos, se debe a la falta de capacitación a los vendedores del mercado, a la ausencia de contenedores y a la falta de organización o unión de personas que realicen actividades de aprovechamiento de los residuos de materia orgánica.

Los locatarios desconocen e ignoran sus obligaciones como comerciantes, el cual lo señala el reglamento de mercados del municipio de Tuxpan, Veracruz, sin embargo, los locatarios se encuentran dispuestos a realizar un cambio para mitigar estos impactos ocasionados por el mal manejo de los residuos sólidos.

## LITERATURA CITADA

- Beaglehole, R., Irwin, A. y Prentice, T. 2003. Informe sobre la salud en el mundo. Organización Mundial de la Salud. Francia. 209 p. <https://doi.org/10.21149/spm.v55i5.7255>
- Castillo, G.E. y De Medina S.L. 2014. Generación y composición de residuos sólidos domésticos en localidades urbanas pequeñas en el estado de Veracruz, México. Rev. Int. Contam. Ambie. 30 (1) 81-90. <https://doi.org/10.20937/rica.2017.33.02.14>
- Esquinca, C. F., Escobar, V. J. L., Hernández, L. A., Sánchez, L. G. y Suárez S.H.D. 2003. Estudios de caracterización y generación de residuos sólidos municipales de 5 localidades de la costa del

estado de Chiapas. Secretaría de Ecología, Recursos Naturales y Pesca, SMISA Sección Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México. 18 p. <https://doi.org/10.21041/conpat2019/v2pat36>

Gutiérrez, A. V. J., Ramírez, H.F.I., Encarnación, A.G. y Medina, A.M. 2012. Instituto Nacional de Ecología y cambio climático ambiental y Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental. México. 201 p. <https://doi.org/10.20937/rica.2018.34.03.05>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2012. [actualizado al 18 de Febrero]. Página electrónica (<http://www.inegi.org.mx>).

Instituto Nacional de Ecología. 1997. Estadísticas e indicadores de inversión sobre residuos sólidos municipales en los principales centros urbanos de México. Coordinación de Participación Social y Publicaciones del INE. México, D. F., 61 pp. <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2020.22.75478>

Instituto Nacional de Ecología. 2007. [actualizado al 15 de noviembre]. Página electrónica ([http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/16/parte4\\_18.html](http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/16/parte4_18.html)).

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2015. [actualizado al 15 de Febrero]. Página electrónica (<http://inegi.org.mx>).

Flores, L. J. L. 2009. Estudio de caracterización de los residuos sólidos. Fondo Perú-Alemania. Las Lomas, Perú.

Lopez, R. N. 2009. Propuesta de un programa para el manejo de los residuos sólidos en la plaza de mercado de Cerete-Córdoba. Tesis de Maestría. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. <https://doi.org/10.11144/javeriana.10554.6132>

Norma Mexicana 022-AA-1985. Protección al Ambiente-Contaminación del suelo - Residuos sólidos Municipales-Selección y Cuantificación de Subproductos. Página electrónica (<http://www.semarnat.mx/leyes-y-normas/nom-residuos>).

Norma Mexicana 015-AA-1985. Protección al Ambiente-Contaminación del suelo-Residuos sólidos Municipales-Muestreo-Método de cuarteo. Página electrónica (<http://www.semarnat.mx/leyes-y-normas/normas/nom-residuos>).

Norma Mexicana 065-AA-1985. Protección al Ambiente-Contaminación del suelo-Residuos sólidos Municipales-Determinación del suelo. Página electrónica (<http://www.semarnat.mx/leyes-y-normas/nom-residuos>).

Taboada, G. P. A., Aguilar, V. Q. y Ojeda, B. S. 2011. Análisis estadístico de residuos sólidos domésticos en un municipio fronterizo de México. Rev. Avances en Ciencias e Ingeniería. 2(1):9-20. <https://doi.org/10.16924/revinge.32.2>

Yokasta, R.A.A.F. 2011. Caracterización de residuos sólidos de mercados en Santo Domingo Oeste, Provincia Santo Domingo. Rev. Ciencia y sociedad. 34(1): 133-142.  
<https://doi.org/10.22206/cys.2011.v36i1.pp133-142>

Copyright © 2022 Blanca Esther Raya Cruz, Ivette Alicia Chamorro Florescano, Karla Anahí Lira Rodríguez y Juan Manuel Pech-Canché.



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia - Texto completo de la licencia](#)