



Título del artículo.

Análisis comparativo de los residuos sólidos domésticos en localidades semirurales y rurales del estado de Guerrero, México

Título del artículo en idioma Inglés.

Comparative analysis of domestic solid waste in semi-rural and rural locations at the state of Guerrero, Mexico

Autores.

Eva Nava-Uribe
Ana Laura Juárez-López
María Laura Sampedro-Rosas

Referencia bibliográfica:

MLA

Eva Nava-Uribe, Ana Laura Juárez-López, María Laura Sampedro-Rosas. "Análisis comparativo de los residuos sólidos domésticos en localidades semirurales y rurales del estado de Guerrero, México". *Tlamati* 6.3 (2015): 11-19. Print.

APA

Nava-Uribe, E., Juárez-López, A. L. y Sampedro-Rosas, M. L. (2015). Análisis comparativo de los residuos sólidos domésticos en localidades semirurales y rurales del estado de Guerrero, México. *Tlamati*, 6(3), 11-19.

ISSN: 2007-2066.

Publicado el 30 de Septiembre del 2015

© 2015 Universidad Autónoma de Guerrero

Dirección General de Posgrado e Investigación

Dirección de Investigación

TLAMATI, es una publicación trimestral de la Dirección de Investigación de la Universidad Autónoma de Guerrero. El contenido de los artículos es responsabilidad exclusiva de los autores y no refleja de manera alguna el punto de vista de la Dirección de Investigación de la UAGro. Se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos previa cita de nuestra publicación.



Análisis comparativo de los residuos sólidos domésticos en localidades semirurales y rurales del estado de Guerrero, México

Eva Nava-Uribe¹
 Ana Laura Juárez-López^{1*}
 María Laura Sampedro-Rosas¹

¹Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional, Universidad Autónoma de Guerrero. Calle Pino s/n. Col. El Roble, C. P. 39640. Acapulco, Guerrero, México. Tel: +52 744 4882957.

*Autor de correspondencia
 analaura43@hotmail.com

Resumen

En México como en otros países del mundo, el manejo y la disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), representan un problema para su gestión. La generación de estos se ha visto afectada por el crecimiento poblacional y un mayor consumo, su composición es cada vez más compleja y la disposición final requiere de más sitios adecuados para este fin. Este estudio tuvo como objetivo determinar la generación y composición de los Residuos Sólidos Domésticos (RSD), en dos localidades (semirural y rural) ubicadas en el estado de Guerrero, México. Se aplicaron las normas mexicanas correspondientes a esta actividad, para la determinar la generación *per cápita*, peso volumétrico y caracterización de residuos. Se compararon los resultados de ambas y se encontró que la generación promedio diaria para Tierra Colorada fue de 0.344 kg/hab. y para Las Mesas de 0.396 kg/hab., ambas muy similares. La composición porcentual, se realizó en forma integral con base a 25 subproductos destacando los siguientes: materia orgánica, plásticos en general, cartón y papel y residuos sanitarios. Se detectaron porcentajes significativos del 14% en el uso de los plásticos, este subproducto se genera más en Las Mesas, seguido por los residuos sanitarios con un 10.26%. Sin embargo Tierra Colorada genera 61.32% de materia orgánica y 9.76% de cartón y papel. El peso volumétrico promedio obtenido de los residuos fue de 141.86 kg/m³ para Tierra Colorada, y 138.59 kg/m³ para Las Mesas, esta variación del peso volumétrico está relacionada con la composición de la generación. El potencial de reciclaje fue de 26.62% para las dos localidades, solo el 12.06% y el 14.62 % respectivamente irían al sitio de disposición final. Estos resultados pueden ser útiles para los municipios de Juan R. Escudero y San Marcos, para fines de planeación estratégica, diseño de rellenos sanitarios manuales, contenedores temporales, y recolección de residuos, entre otros.

Palabras clave: generación per cápita, caracterización de residuos, comunidades semirurales y rurales

Abstract

In Mexico as in other countries of the world, handling and disposal of Municipal Solid Waste (MSW) are a problem for their management. Generation of MSW is affected by population growth and increased consumption; its composition is becoming more complex and requires more disposal sites. This study is focused on determine generation and composition of Solid Domestic Waste (SDW) in two localities (semi-rural and rural) at the state of Guerrero, México. Mexican standards were applied for this activity, in order to determine *per capita* generation of volumetric weight and waste characterization. A comparison of both results found that daily average generation of SDW in Tierra Colorada was 0.344 kg/person and for Las Mesas was 0.396 kg/person, both very similar. Percentage breakdown was

Como citar el artículo:

Nava-Uribe, E., Juárez-López, A. L. y Sampedro-Rosas, M. L. (2015). Análisis comparativo de los residuos sólidos domésticos en localidades semirurales y rurales del estado de Guerrero, México. *Tlamati*, 6(3), 11-19.

carried out in a comprehensive manner based on 25 products, highlighting the following: organic matter, plastic in general, cardboard, paper and sanitary waste. Significant percentage of 14% were detected in the use of plastics; this product is more generated in Las Mesas, followed by medical waste with 10.26%. However, Tierra Colorada generates 61.32% of organic matter and 9.76% of cardboard and paper. Average volumetric weight of waste obtained was 141.86 kg/m³ for Tierra Colorada, and 138.59 kg/m³ for Las Mesas. This variation of volumetric weight is related to the composition of RSD. Recycling potential was 26.62% for the two locations, but only 12.06% and 14.62% respectively would go to the final disposal site. These results may be useful for the municipalities of Juan R. Escudero and San Marcos, for strategic planning, design of manual landfills, temporary containers, and garbage collection, among others.

Keywords: per capita generation, waste characterization, semi-rural and rural communities

Introducción

A lo largo del tiempo el volumen y composición de los Residuos Sólidos Domésticos (RSU) han evolucionado, la Generación Per Cápita (GPC) en otros países del mundo varía, diferenciándose más en la cantidad producida y en los porcentajes de sus componentes (Hernández, Hernández y Gordillo, 2006). El problema de la producción y el manejo de los RSU en México ha crecido y se ha vuelto más compleja (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático [INECC] y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], 2012). Existen muchos factores que influyen en la generación y composición del RSD, tales como las características poblacionales, socioeconómicas, culturales, cambios en los patrones de urbanización y de consumo, etc., (Castillo, 1990; Deffis, 1994; Aguilar, 1999; Seoáñez, 2000; Jiménez, 2001; Hernández et al., 2006). También existen variaciones entre países, regiones e incluso dentro de las mismas ciudades (Castillo, 1990; Seoáñez, 2000; Jiménez, 2001; Hernández et al., 2006). Por tal motivo no es generalizable (Armijo, Aguilar, Taboada, Lozano y Buenrostro, 2009), ya que ésta no depende sólo del número de habitantes de una población sino que es afectada por los factores antes mencionados. A nivel nacional en el año 2010, la población ascendió a 112 336 538 habitantes, de los cuales 78% son residentes urbanos y 22% residentes rurales. A nivel estatal, la situación es similar en cuanto a las áreas de ubicación de la población; en el estado de Guerrero, con una población de 3 388 768 habitantes, la mayoría viven en zonas urbanas (58%), y el resto (42%) en zonas rurales (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática [INEGI], 2011), los cuales cuentan con escasos recursos económicos para dotar y gestionar los servicios básicos a la población, incluida la recolección de residuos sólidos (Buenrostro e Israde, 2003). En Guerrero la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMAREN], establece una estimación de la generación mayor a 2,200 ton por día en toda la entidad, esto se traduce en una producción mensual aproximada de 66 000 y anual de 792 000 ton de residuos que deben ser manejadas por 81 municipios, los cuales en su mayoría solo realizan actividades de recolección y disposición final (SEMAREN, 2009). En las localidades semirurales y rurales, se ha identificado que los principales problemas que enfrentan, son la falta de planeación y organización de los servicios públicos municipales, las cuales se realizan de manera rudimentaria (Buenrostro y Bocco, 2003). Los municipios no cuentan con recursos financieros y técnicos para la realización de estudios de generación y caracterización, menos con registros o bases de datos sobre RSU, lo que provoca falta de información (Buenrostro e

Israde, 2003). Desconocen el origen y tipo de residuos producidos en cada una de sus localidades, además de que carecen de elementos necesarios para la toma de decisiones y las realizan con base a suposiciones o deducciones (Taboada, Armijo, Aguilar, Ojeda y Aguilar, 2009). No existen estudios referentes a la generación, cantidad y composición de los RSD en localidades de Tierra Colorada (semirural) y Las Mesas (rural). Este trabajo presenta los resultados de dichos parámetros, así como un análisis comparativo en las dos localidades, ambas ubicadas en el estado de Guerrero, México.

Materiales y Métodos

Descripción del área de estudio

Las localidades de Tierra Colorada y Las Mesas se ubican en dos municipios del estado de Guerrero: Juan R. Escudero y San Marcos respectivamente (véase figura 1). El municipio de Juan R. Escudero pertenece a la región Centro; ubicado al sur de Chilpancingo, está entre las coordenadas 17° 01' 11'' y 17° 13' 04'' de latitud norte, y los 99° 19' 02'' y 99° 35' 35'' de longitud oeste. Cuenta con una extensión territorial de 495 km². Limita con los municipios siguientes: al norte con Mochitlán y Chilpancingo de los Bravo, al sur con San Marcos y Tecoaapa, al este con Tecoaapa y Quechultenango, y al oeste con Acapulco de Juárez. Su cabecera municipal, Tierra Colorada, se encuentra a 63 km de la capital del estado y tiene una altitud de 280 msnm (Gobierno del estado de Guerrero, 2015). Tierra Colorada forma parte de las 33 localidades del municipio de Juan R. Escudero, con una población total de 11,540 habitantes (INEGI, 2010); para este estudio es considerada como una localidad semirural, ya que cuenta con menos de 15 mil habitantes (INEGI, 1993) (véase figura 1).

El municipio de San Marcos se localiza en la costa sureste del estado de Guerrero, en la región geoeconómica y cultural de Costa Chica; sus coordenadas geográficas son 17°38' y 17°03' de latitud norte 99°12' y 99°38' de longitud oeste respecto del meridiano de Greenwich. La superficie del municipio cuenta con una extensión territorial total que cubre 1,315 km²; lo que representa un 2.07% respecto a la superficie territorial total del estado. Sus colindancias territoriales son al norte con los municipios de Tecoaapa y Juan R. Escudero, al sur con el Océano Pacífico, al este con Florencio Villareal y parte de Tecoaapa y al oeste con Acapulco de Juárez, su cabecera municipal del mismo nombre se encuentra a 160 km de la capital y tiene una altitud de 50 msnm (Gobierno del estado de Guerrero, 2015).

Las Mesas forma parte de las 124 localidades de muni-

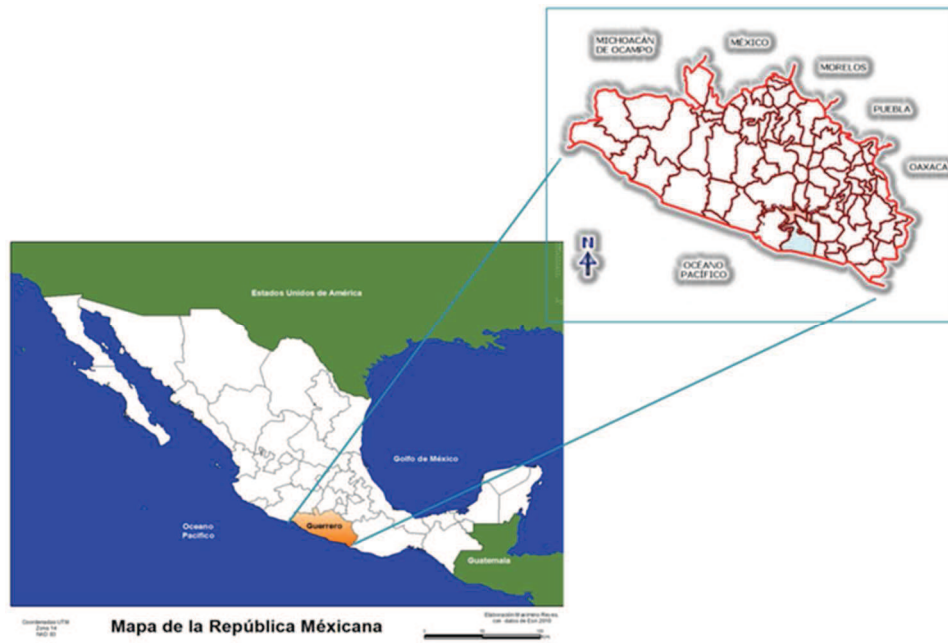


Figura 1. Localización geográfica de los municipios de Juan R. Escudero (Tierra Colorada) y San Marcos (Las Mesas)

cipio de San Marcos, su población para el año 2010 fue de 2692 habitantes (INEGI, 2010), para este estudio la localidad es considerada como rural, ya que cuenta con menos de 5 mil habitantes (INEGI, 1993); se consideró este criterio para ambas localidades por ser congruente con la realidad de esta región. En la tabla 1 se describen las características socioeconómicas de ambas localidades (véase tabla 1).

En este apartado se describen los procesos generales seguidos para ambas localidades (véase figura 2). En una primera etapa, se realizó la generación y caracterización de los RSD de las localidades de Tierra Colorada (semirural) y Las Mesas (rural), durante el mes de junio de 2011. Se seleccionaron las viviendas en forma aleatoria, las muestras por localidad fueron de 80 viviendas para Tierra Colo-

rada y 84 para Las Mesas. Después se procedió a la visita de cada una de las viviendas, para solicitar a sus habitantes la participación en este estudio y la entrega durante siete días de los residuos sólidos generados (véase figura 3). La determinación de la generación *per cápita* y caracterización de los RSD, se llevó a cabo conforme a las Normas Mexicanas NMX-AA-15-1985; NMX-AA-19-1985; NMX-AA-22-1985; y NMX-AA-61-1985, con base a los registros de los pesos de las muestras diarias por vivienda. Se aplicó el siguiente procedimiento: 1) El peso de la muestra por fuente generadora (vivienda); 2) Homogenización del total de las muestras; 3) Cuarteo y obtención de peso volumétrico; 4) Selección y cuantificación de subproductos (véase figura 4). Concluidos dichos estudios, se procedió a realizar la comparación de parámetros de ambas localidades.

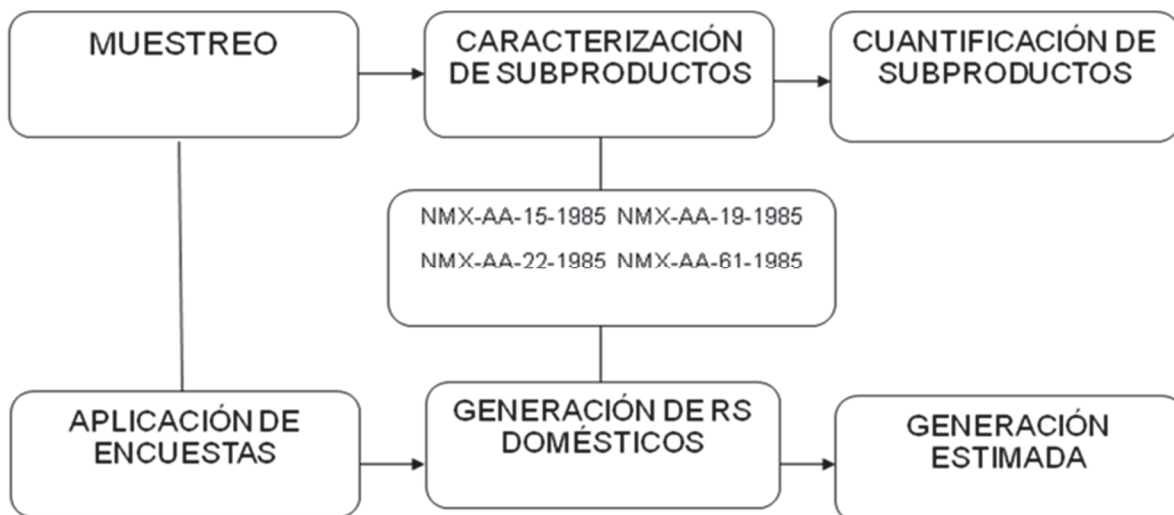


Figura 2. Flujograma sobre la generación y caracterización de RSD de Tierra Colorada y Las Mesas



Figura 3. Visita a viviendas en Las Mesas

Resultados

Generación de RSD

La generación promedio diaria de RSD en Tierra Colorada fue de 0.344 kg/hab, fue constante durante todo el periodo de muestreo, encontrándose por debajo de los 0.4 kg/hab/día. En Las Mesas fue de 0.396 kg/hab, la generación promedio más alta durante la semana de muestreo fue el día lunes (0.433kg/hab), disminuyendo hasta el valor más bajo el martes (0.360 kg/hab), después aumento el jueves y sábado, manteniéndose constante solo durante los días miércoles, viernes y domingo (véase figura 5).

Peso Volumétrico

El peso volumétrico promedio para Tierra Colorada fue de 141.86 kg/m³, y para Las Mesas de 138.58 kg/m³. Estos datos proporcionan el volumen total de residuos producidos que tienen que ser gestionados cada día por las autoridades municipales. De acuerdo a la generación estimada, el número de habitantes y el promedio de peso volumétrico obtenido en las dos localidades, se determinó la capacidad de almacenamiento y recolección diaria y semanal requerida para las dos localidades (véase tabla 2).

Composición de los RSD

En las figura 6 y 7 se presentan las trece categorías en forma integral de la composición porcentual, que conforman el perfil de los residuos en las localidades de Tierra Colorada y Las Mesas, así como cinco principales subproductos obtenidos en el muestreo en Tierra Colorada; en las Mesas destacaron siete principales subproductos que fueron los que obtuvieron los porcentajes más altos.

Tierra Colorada

Como se observa en la figura 6, en Tierra Colorada el principal subproducto de los RSD fue la materia orgánica, compuesta por residuos alimenticios (23.79%) y de los residuos de jardinería (37.53%), la suma de los porcentajes es de 61.32%. Otros de los subproductos más generados son los plásticos en general (12.26%), en cuanto al cartón y papel el porcentaje obtenido fue del 9.76%, el porcentaje para los residuos sanitarios (compuestos por pañales desechables, toallas y papel sanitario) fue del

8.01%, el vidrio alcanzo un porcentaje de 1.62%. Los subproductos con valores menores al 1.5% fueron los residuos finos (1.17%), envases de tetra pack y material de construcción (1.02%). Dentro de los subproductos generados que no alcanzaron el 1% se encuentran las latas, hule, material no ferroso y ferroso, textiles y otros. Se observó además la nula o poca presencia de materiales que tradicionalmente tienen un alto valor comercial en la cadena de reciclaje como es el caso del cobre y el aluminio.

Las Mesas

En Las Mesas, el principal subproducto generado fue la materia orgánica (58.75%), solo que los residuos alimenticios (44.03%), se generan en mayor proporción que los de jardinería (14.72%). En cuanto a plásticos en general, el porcentaje obtenido fue del 14%, seguido por los residuos sanitarios (10.26%), el cartón y papel (6.01%) y el vidrio 2.49%. Los residuos finos alcanzaron 1.70%, en menor proporción se generaron los textiles (1.55%), las latas (1.41%), y los envases tetra pack (1.15%). Los subproductos que tuvieron menor presencia en el muestreo fueron: el hule, material no ferroso y material de construcción, entre otros. El porcentaje total de cada uno de estos subproductos no alcanzó el uno por ciento (véase figura 7). Es importante conocer estos porcentajes, ya que esto permite determinar de manera inmediata las alternativas de solución para el manejo y disposición final de estos residuos.

Análisis de composición de Tierra Colorada y Las Mesas

En Tierra Colorada, los residuos de jardín constituyen casi el 38% del total de los residuos generados en los domicilios de la localidad, esto es debido a que la población en general vive en casas habitación y cuentan en su mayoría con amplios patios o jardines con árboles y arbustos, mismos que generan diariamente tal cantidad de residuos. Sin embargo, a diferencia de Tierra Colorada, en Las Mesas los residuos alimenticios constituyen un alto porcentaje de los residuos generados (44.03%), esto debido a que los habitantes consumen más productos naturales y en menor proporción, alimentos empacados o enlatados, probablemente por su condición de localidad rural.



Figura 4. Método de cuarteo en Las Mesas

Tabla 1. Datos socioeconómicos de las localidades de Tierra Colorada y Las Mesas

Municipio	Región	No. Localidades	Superficie km ²	No. Hab. Municipio	Grado de marginación Municipio	Localidad	No. Hab. Localidad	Grado de marginación localidad
Juan R. Escudero	Centro	33	495	24,364	Medio	Tierra Colorada	11,540	Alto
San Marcos	Costa Chica	124	1,315	48,501	Alto	Las Mesas	2,692	Alto

Fuente: <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo>

Tabla 2. Capacidad de almacenamiento y recolección

Localidad	Promedio kg/hab/día	No. Habitantes	Promedio peso volumétrico kg/m ³	Capacidad de almacenamiento requerido/día	Capacidad de almacenamiento requerido/semana
Tierra Colorada	0.344	11540	141.86	27.9 m ³ /día	195.3m ³ /sem
Las Mesas	0.396	2692	138.58	7.7m ³ /día	53.9m ³ /sem

Fuente: Datos sobre determinación de pesos volumétricos en Tierra Colorada y Las Mesas

Como se puede observar en la tabla 3, cuatro son los subproductos más importantes en las dos localidades, que fueron: los residuos orgánicos (cocina y jardín), plástico en general, cartón y papel, y los residuos sanitarios (pañales desechables, toallas sanitarias y papel higiénico). Se detecta un porcentaje significativo de este último, ya que contribuyen con un 8.01% (Tierra Colorada) y 10.26% (Las Mesas) respectivamente, ya que tienen una presencia notable en la basura domiciliaria. Existe una variación en cuanto al orden y porcentajes de generación para ambas localidades.

El análisis de la composición de los subproductos a partir de la información generada, nos permite determinar los porcentajes en tres grandes categorías: residuos orgánicos, los que son susceptibles de aprovechamiento y "otros". Los residuos orgánicos en promedio, se generan

entre el intervalo de 61.32 y 58.75%; el mayor porcentaje se presenta en la localidad de Tierra Colorada (semirural) y ambas localidades presentan porcentajes similares en los residuos susceptibles de aprovechamiento o potencialmente reciclables. En la categoría de "otros", la localidad de Las Mesas genera el porcentaje mayor (14.62%), existiendo una pequeña variación con respecto a lo que genera Tierra Colorada (véase figura 8).

Discusión y conclusiones

Comparación de GPC con otras Localidades de Guerrero

La tabla 4 muestra índices mínimos y máximos de GPC de las estimaciones promedio realizadas por Secretaría de Desarrollo Social [SEDESOL] - Instituto Nacional

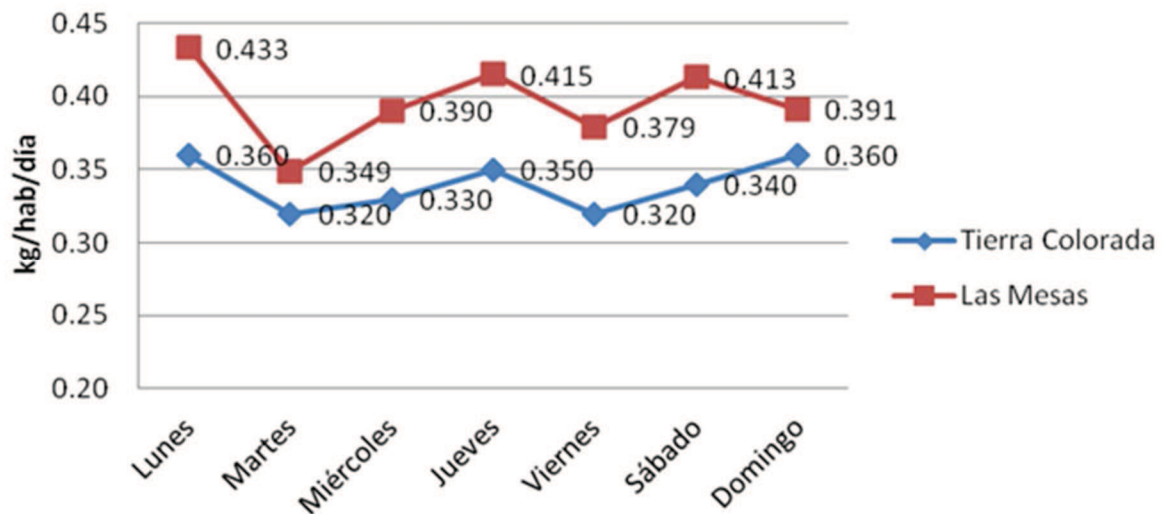


Figura 5. Comportamiento de la GPC en la semana

Subproductos: Tierra Colorada

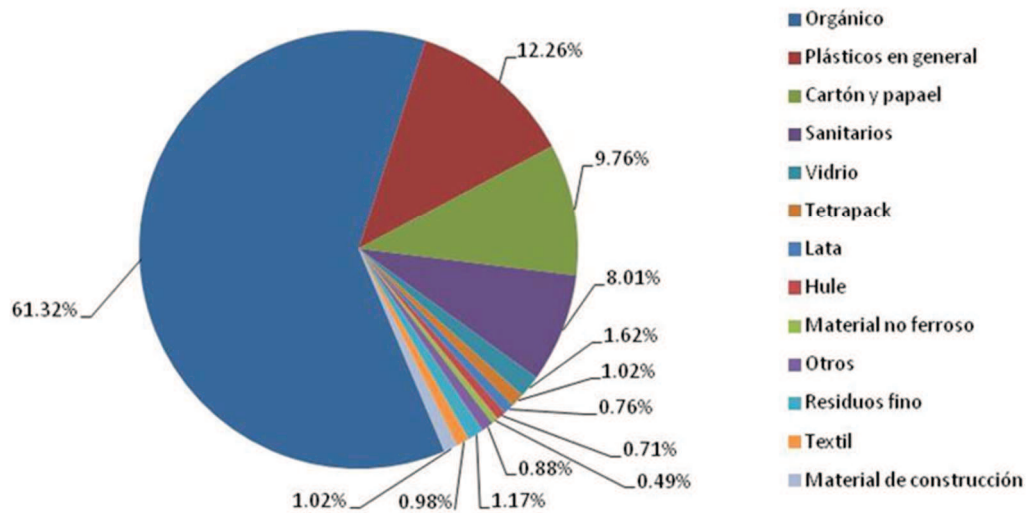


Figura 6. Composición porcentual por subproducto de la localidad de Tierra Colorada

Tabla 3. Perfil de composición de los principales subproductos de RSD en Tierra Colorada y Las Mesas

Principales subproductos	% Tierra Colorada	% Las Mesas
Orgánico	61.32	58.75
Plástico en general	12.26	14.00
Cartón y papel	9.76	6.01
Sanitario	8.01	10.26

Fuente: Datos sobre principales subproductos generados en Tierra Colorada y Las Mesas durante 2011

Electoral [INE], Programa Municipal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos [PMPGIRSU], SEMAREN y el INECC-SEMARNAT, así como de estudios realizados en diferentes años en poblaciones semirurales y rurales de estado de Guerrero. Los índices de GPC diaria reportados en Tierra Colorada (0.344 kg/hab) y de Las Mesas (0.396 kg/hab), son similares a los reportados por diferentes dependencias y autores para este mismo tipo de localidades. Considerando los valores de generación promedio de residuos per cápita de este estudio para la población de Tierra Colorada (11540 habitantes), se entiende que éstos generan diariamente 3.969 toneladas; para el caso de la localidad de Las Mesas, su población aproximada es de 2 692 habitantes, por lo que estarían generando 1.066 toneladas de RSD.

El menor valor promedio de GPC se encuentra en la clasificación por Región que hace el INECC-SEMARNAT con un valor de 0.332 kg/hab./día hasta el de 0.552 kg/hab./día reportado por la Universidad Autónoma de Méxi-

co - División de Ingenierías Civil y Geomática [UNAM-DICyG]. Si consideramos cada uno de estos índices para las localidades estudiadas, y lo multiplicamos por el número de sus habitantes, encontramos que la cantidad de residuos que se generan se encuentran en los rangos de 1.271-6.370 toneladas por día de RSD para la localidad de Tierra Colorada y de 0.893-1.485 toneladas diarias para Las Mesas, esto de acuerdo a las diferentes estimaciones, lo que nos daría valores altos comparados con los determinados en Tierra Colorada y Las Mesas.

La materia orgánica generada en ambas localidades (61.32 y 58.75%) corresponde a un valor elevado en comparación con la media nacional del 37.97% (INECC-SEMARNAT, 2012) y a un valor muy similar a lo reportado por otros autores (Aguilar, 1999; Castillo-González y De Medina-Salas, 2014; SEMAREN, 2009; UNAM-DICyG, 2006). Es probable que se deba a que las localidades semirurales y rurales la mayor parte de las viviendas cuentan con áreas verdes, a diferencia de las áreas urbanas.

La generación del Plástico en general fue del 14% en Las Mesas y es similar al reportado para la localidad de Xico en el estado de Veracruz por Castillo-González y De Medina-Salas (2014) y en Vicente Guerrero, Baja California (Taboada-González, Aguilar-Virgen, Cruz-Sotelo y Ramírez-Barreto, 2013), pero difiere significativamente del valor reportado para la media nacional de tan solo 7.22%. Sin embargo, el valor encontrado en Tierra Colorada (12.26%) es muy similar al 12.82 y 12.84% reportado en la localidades de Progreso, Yucatán y Juchique de Ferrer, Veracruz, respectivamente (De Medina, Castillo y Romero, 2011; Xool, Sarmiento y Canto, 2006).

El papel y cartón generado en Tierra Colorada y Las Mesas (9.76 y 6.01%), es menor al 12.74% reportado a nivel nacional, esto es probable que se deba al nivel de ingresos y a las actividades agropecuarias de esta localidad, sin embargo, es similar al 8.59% reportado para la comunidad rural de Vicente Guerrero en Ensenada, Baja

Tabla 4. Índices de GPC reportados por diferentes dependencias y autores

Dependencia y/o investigador	Sitio	Índice de generación (kg/hab/día)	Generación (t/día) Tierra Colorada (11,540 hab.)	Generación t/día Las Mesas (2,692 hab.)
SEDESOL-INE, 2005	Localidades semirurales y rurales	0.409	4.719	1.101
PMPGIRSU, 2005	Cocotitlán	0.380	4.385	1.022
UNAM-DICyG, 2006	Atoyac, Gro.	0.552	6.370	1.485
UNAM-DICyG, 2006	El Paraiso, Gro.	0.438	5.054	1.179
SEMAREN, 2009	Tierra Colorada, Gro.	0.400	4.616	1.077
SEMAREN, 2009	Las Mesas, Gro.	0.400	4.616	1.077
Nava et al., 2012	Tierra Colorada, Gro.	0.344	3.969	0.926
Juárez et al., 2012	Las Mesas, Gro.	0.396	4.569	1.066
INECC-SEMARNAT, 2012	Region Sur	0.332	1.271	0.893
Castillo-González y De-Medina-Salas, 2014	Xico, Veracruz	0.384	4.431	1.033

Fuente: Elaboración con base a diferentes estudios de RSD en localidades urbanas pequeñas y rurales, durante el periodo 2005-2014

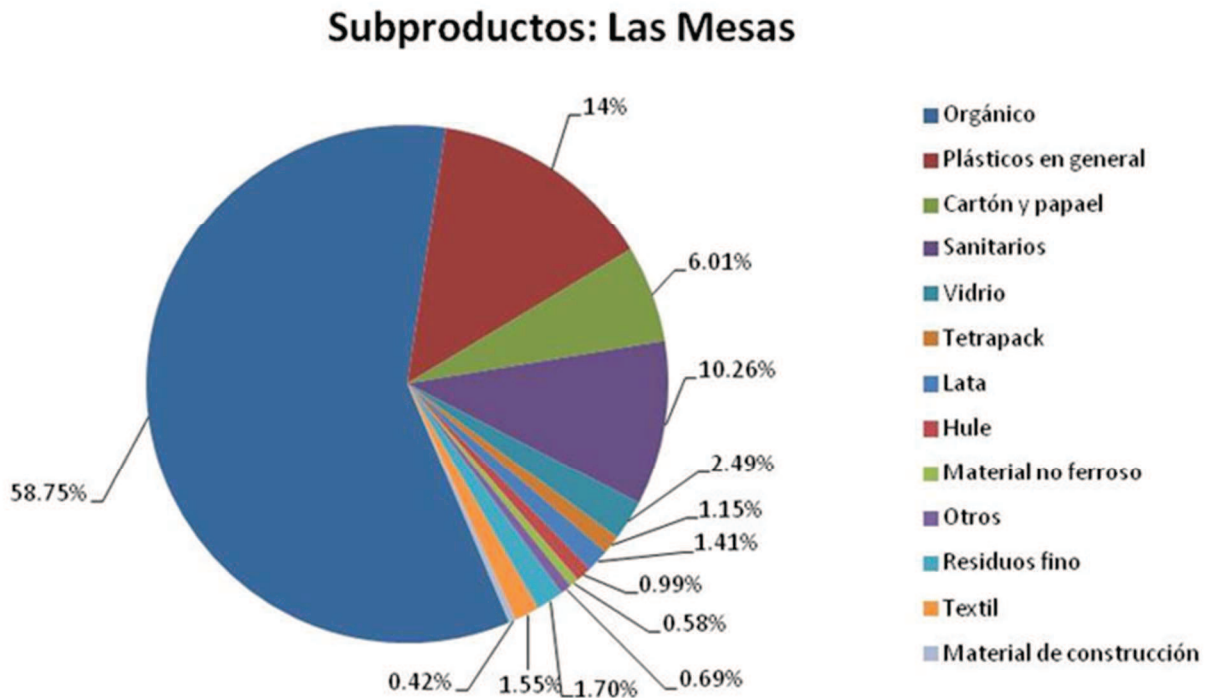


Figura 7. Composición porcentual por subproducto de la localidad de Las Mesas

Composición de subproductos por categoría

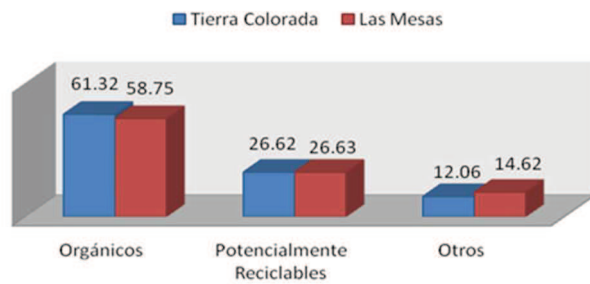


Figura 8. Composición de subproductos por categoría

California (Taboada-González et al., 2013).

También se detecta un porcentaje significativo en los residuos sanitarios, este se genera más en Las Mesas (10.26%) y es superior al 6.52% para la media nacional debido a que solo reporta la categoría de pañales desechables. Esto es atribuible a que en las localidades rurales existe una mayor tasa de natalidad a diferencia de las semirurales (8.01%). El vidrio se generó en menor proporción en Tierra Colorada (1.62%) y en Las Mesas alcanzó el 2.49%, menor al 6.58% reportado para la media nacional, lo que se puede atribuirse al elevado porcentaje generado en los residuos plásticos en ambas localidades y a que cada vez se utiliza menos, pues ha sido sustituido por otros materiales plásticos. Los envases tetra pack obtuvieron 1.02 y 1.15% respectivamente, no se reporta valor para la media nacional, pero es similar al 1.76% reportado en Xico, Veracruz (Castillo-González y De Medina-Salas, 2014). La generación de residuo fino (1.17 y 1.70%) fue menor a la media nacional de 3.76%, pero similar a la localidad rural de San Quintín (1.30%) en Baja California (Armijo et al., 2009). En Tierra Colorada el porcentaje para el material de construcción fue de 1.02%, similar a la media nacional (1.46%), en Las Mesas no alcanzó el uno por ciento.

El peso volumétrico promedio de ambas localidades resultó en un valor de 141.86 y 138.58 kg/m³, no muy lejano de los que se han encontrado en diversas zonas del país y en el estado de Guerrero (Taboada et al., 2009; UNAM-DICyG, 2006) y al reportado a nivel nacional (153.12 kg/m³). Este parámetro es útil para la planificación del sistema de almacenamiento, recolección y disposición final.

En la categoría de residuos potencialmente reciclables incluyendo los subproductos de plástico en general, cartón y papel, vidrio, latas, hule, material ferroso y no ferroso, suman un total de 26.62% para Tierra Colorada y 26.63% para Las Mesas, porcentajes menores al reportado a nivel nacional de 39.57%. Por lo que corresponde a los residuos no aprovechables, destaca la categoría de sanitarios, pañales desechables, toallas y papel sanitario), sumando un total de 8.01% para Tierra Colorada y 10.26% para Las Mesas. En cuanto a la generación solo de pañales desechables y de esta misma categoría (sanitarios), el porcentaje para Tierra Colorada fue de 6.53% y 6.44% para Las Mesas, similar al reportado para la media nacional de 6.52%, así como para Xico, Veracruz (7.87%) y Progreso, Yucatán con 7.24% (Xool et al., 2006). Por lo tanto, el porcen-

taje de residuos no aprovechables obtenidos para Tierra Colorada fue de 12.06% y para Las Mesas de 14.62%, inferior a la media nacional de 22.46%.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la GPC de 0.396 kg/hab./día para la localidad de Las Mesas y 0.344 kg/hab./día para Tierra Colorada, resultaron menores al promedio ponderado de GPC a nivel nacional (0.852 kg/hab./día), pero similares al valor de GPC promedio para la región sur (Chiapas, Guerrero, Oaxaca y Veracruz), ambas reportadas por el INECC-SEMARNAT, lo que sugiere que los índices de generación por regionalización, se apegan más a la realidad de las localidades del estado de Guerrero. Los resultados revelaron que existe congruencia con los porcentajes para localidades rurales y urbanas pequeñas reportados por otras dependencias y autores.

Respecto a la composición porcentual de subproductos, destaca la materia orgánica con 61.32% para Tierra Colorada y 58.75% para Las Mesas, superior a la media nacional de 37.97%. Los subproductos de plástico, cartón y papel y sanitarios, se distinguen por sus elevados porcentajes de generación. Se enfatiza en el alto porcentaje de plásticos que se están generando en estas dos localidades, con relación a la media nacional, y que está estrechamente relacionado con el bajo porcentaje de generación del vidrio, ya que este está siendo reemplazado por el plástico. Otros de los subproductos destacados por su alta generación fueron los residuos sanitarios, integrados principalmente por pañales desechables.

Los resultados de este trabajo servirán de base para futuros estudios de localidades semirurales y rurales, además pueden ser útiles para los municipios de Juan R. Escudero y San Marcos, para la formulación de programas municipales para la prevención y gestión integral de RSU.

Referencias

- Aguilar, R. M. (1999). *Reciclamiento de basura. Una opción ambiental comunitaria*. México, MEX: Editorial Trillas, 106p.
- Armijo, C., Aguilar Q., Taboada, P. Lozano G. y Buenrostro, O. (2009). Comparación de la composición de residuos sólidos en una comunidad urbana y una rural de Baja California, México: Retos para su manejo adecuado. *Simposio: II Simposio Iberoamericano de ingeniería de residuos*, Barranquilla, CO: 1-9.
- Buenrostro D. O. y Bocco, G., (2003). Solid waste management in municipalites in México: goals and perspectives. *Resources, conservation and recycling. Resources, conservation and recycling*, 39 (3), 251-263.
- Buenrostro O. e Israde. F. (2003). La gestión de los residuos municipales en la cuenca del lago de Cuitzeo. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 19 (4), 161-169.
- Castillo, B. H. (1990). *La Sociedad de la Basura: caciquismo urbano en la ciudad de México*. México, MEX: Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Investigaciones Sociales, 203p.
- Castillo-González, E., y De Medina-Salas L. (2014). Generación y composición de residuos sólidos domésticos en localidades urbanas pequeñas en el estado de Veracruz, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 30(1), 81-90.
- De Medina, S. L., Castillo, G. E. y Romero, L. R. (2011). Caracterización de los residuos sólidos urbanos: comer-

- ciales y domésticos en comunidades semirurales y rurales, Veracruz, México. *Libro de memorias X Congreso Internacional y XVI Congreso Nacional de Ciencias Ambientales*, Querétaro, MEX: 99
- Deffis, C. A. (1994). *La Basura es la Solución*, Colombia, CO: Editorial Árbol, 277p.
- Gobierno del estado de Guerrero. (2015, junio 15). *Municipios del estado de Guerrero*. Obtenido de <http://guerrero.gob.mx/municipios/>
- Hernández, M. A., Hernández, L.P. y Gordillo, A. J. (2006). *Manual para evaluación de impactos ambientales*. España, ES: Editorial Ennovación Civi Española, S L., 770p.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2012). *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos 2012*. México: INECC - SEMARNAT, 201p.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. (1993). *Niveles de bienestar en México*. INEGI. Aguascalientes, México, p55.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. (2011). *Censo de Población y vivienda 2010*. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. INEGI. Obtenido de <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/default.aspx?tema=me>.
- Jiménez, C. B. E. (2001). *La Contaminación Ambiental en México: causas, efectos y tecnología apropiada*. México, MEX: Editorial Limusa, S. A. de C.V., 925p.
- Juárez-López A. L., Nava U. E., Sampedro-Rosas M.L. (2012). Composición de los residuos domésticos de la comunidad rural Las Mesas, municipio de San Marcos, Guerrero, México. *Libro de memorias del XI Congreso Internacional y XVII Congreso Nacional de Ciencias Ambientales*, Sinaloa, MEX: 74-75.
- Nava-Urbe E., Juárez-López A.L., y Sampedro-Rosas M. L. (2012). Generación y caracterización de los residuos sólidos domésticos en la localidad de Tierra Colorada, municipio de Juan R. Escudero, Guerrero, México; en M. L. Sampedro y J. González (Eds.), *Calidad ambiental y desarrollo sustentable, Indicadores*. Guerrero, MEX: Universidad Autónoma de Guerrero, 197-196.
- Norma Mexicana NMX-AA-15-1985. Norma Mexicana. *Protección al ambiente-contaminación del suelo-residuos sólidos municipales- muestreo-método de cuarto*. Diario Oficial de la Federación. México, 8p.
- Norma Mexicana NMX-AA-19-1985. *Protección al ambiente-contaminación del suelo-residuos sólidos municipales-peso volumétrico "In Situ"*. Diario Oficial de la Federación. México, 6p.
- Norma Mexicana NMX-AA-22-1985. *Protección al ambiente-contaminación del suelo-residuos municipales-selección de subproductos*. Diario Oficial de la Federación. México, 7p.
- Norma Mexicana NMX-AA-61-1985. *Protección al ambiente-contaminación del suelo-residuos sólidos municipales-determinación de la generación*. Diario Oficial de la Federación. México, 16p.
- Programa municipal para la prevención y gestión integral de residuos sólidos urbanos. (2005). *Programa municipal para la prevención y gestión integral de residuos sólidos urbanos, Cocotitlán, México*: Gobierno del Estado de México, Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ), 62p.
- Secretaría de Desarrollo Social - Instituto Nacional Electoral. (2005). *El manejo de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en México*. (Sancho y Cervera J., Rosiles, G). SEDESOL – INE. México, D.F.: 85 pp.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2009). *Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Guerrero*. México, MEX: SEMAREN, 43p.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2009). *Programa Nacional para la prevención y gestión integral de residuos 2009-2012. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*, México, D.F.: Diario Oficial de la Federación. 2 de octubre, 2009, 174 p.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2015). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Última reforma publicada. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. México, D. F.: Diario Oficial de la Federación. 22 de mayo, 2015, 52p.
- Seoáñez, C. M. (2000). *Residuos problemática, descripción, manejo, aprovechamiento y destrucción*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 486p.
- Taboada, P.A., Armijo, C, Aguilar, Q., Ojeda, S., y Aguilar, X. (2009). Métodos para la determinación de generación de residuos en comunidades rurales. *II simposio Iberoamericano de ingeniería de residuos*, Barranquilla, COL: 75.
- Taboada-González, P. A., Aguilar-Virgen Q., Cruz-Sotelo, S. E. y Ramírez-Barreto M. E., (2013). Manejo potencial de recuperación de residuos sólidos en una comunidad rural de México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 29(3), 43-48.
- Unidad de microrregiones (2015, junio, 15). Catalogo de localidades. Obtenido de <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo>
- Universidad Autónoma de México, División de Ingeniería Civil y Geomática (2006). *Estudio de diagnóstico del manejo de residuos municipales en el municipio de Atoyac de Álvarez, Guerrero*. México: UNAM-DICyG, 104p.
- Xool, K. M., Sarmiento F. J. F., y Canto E. A. M. (2006). La situación del manejo de los residuos sólidos urbanos en el municipio de Progreso Yucatán. *Memorias. 11o. Encuentro nacional sobre desarrollo regional en México*. Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional, A.C., AMECIDER, Mérida, MEX: 1-22.