



Revista de Ciencias Ambientales

ISSN: 2215-3896

ISSN: 1409-2158

Universidad Nacional

Aguilera Flores, Miguel Mauricio; Garay-Fernández, Ana Karen; Contreras-Ramírez, Mayra Luisa; Ávila-Vázquez, Verónica; Rodríguez-Martínez, Yesika Yuriri
Diagnóstico de las prácticas comunes del manejo de
residuos en localidades marginadas: Un caso de estudio
Revista de Ciencias Ambientales, vol. 55, núm. 2, 2021, Julio-Diciembre, pp. 233-253
Universidad Nacional

DOI: <https://doi.org/10.15359/rca.55-2.12>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=665070418001>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org



Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Diagnóstico de las prácticas comunes del manejo de residuos en localidades marginadas: Un caso de estudio

Diagnosis of the common practices of waste management in marginalized localities: a case study

Miguel Mauricio Aguilera-Flores¹, Ana Karen Garay-Fernández²,
Mayra Luisa Contreras-Ramírez³, Verónica Ávila-Vázquez⁴,
Yesika Yuriri Rodríguez-Martínez⁵

[Recibido: 22 de septiembre 2020, Aceptado: 27 de enero 2021, Corregido: 05 de mayo 2021, Publicado: 1 de julio 2021]

Resumen

[**Introducción**]: Actualmente, el manejo adecuado de los residuos es uno de los retos ambientales a los que se enfrentan todos los países, en sus etapas de recolección, tratamiento y disposición. Generalmente, en cada nación, las autoridades gubernamentales prestan especial atención a las grandes ciudades, discriminando a localidades rurales; esto, derivado de una falta de recurso económico y técnico para tratar y disponer adecuadamente los residuos en estos sitios, por lo cual quedan como responsables las poblaciones de dar un manejo propio a sus residuos; sin embargo, no se tienen documentadas sus prácticas para tal fin. [**Objetivo**]: Se realizó un diagnóstico del manejo actual que se les da a los residuos en tres localidades rurales con grado medio de marginación, correspondientes a Colonia Hidalgo, Ejido Zaragoza y Plan de Guadalupe en Sombrerete (Zacatecas, México). [**Metodología**]: La información se obtuvo de la aplicación de un cuestionario tipo encuesta a una muestra representativa de cada una de las localidades. [**Resultados**]: Se determinó que la quema incontrolada de residuos es la práctica más realizada; los residuos orgánicos se utilizan como alimento para ganado en condiciones insalubres; los residuos susceptibles a reciclaje se separan, pero solo se vende una parte; los sacos de fertilizantes se reutilizan, y los contenedores de pesticidas se queman en condiciones incontroladas; prácticas que afectan el ambiente y la salud de la gente. [**Conclusiones**]: Se evidencia la falta de atención por parte de autoridades gubernamentales en el manejo de residuos en localidades rurales y marginadas, donde se recurre a prácticas insostenibles.

Palabras clave: Grado de marginación; prácticas insostenibles; quema incontrolada.

- 1 Docente-investigador de la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería campus Zacatecas en el Instituto Politécnico Nacional, Zacatecas, México; maguileraf@ipn.mx; <https://orcid.org/0000-0002-7833-0830>
- 2 Ingeniera ambiental de la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería campus Zacatecas en el Instituto Politécnico Nacional, Zacatecas, México; agarayf1101@ipn.mx; <https://orcid.org/0000-0002-0370-8042>
- 3 Estudiante de Ingeniería Ambiental de la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería campus Zacatecas en el Instituto Politécnico Nacional, Zacatecas, México; mcontreras1700@alumno.ipn.mx; <https://orcid.org/0000-0001-5249-1073>
- 4 Docente-investigadora de la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería campus Zacatecas en el Instituto Politécnico Nacional, Zacatecas, México; vavila@ipn.mx; <https://orcid.org/0000-0001-9244-6699>
- 5 Docente-investigadora de la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería campus Zacatecas en el Instituto Politécnico Nacional, Zacatecas, México; yrodriguez@ipn.mx; <https://orcid.org/0000-0003-3763-9118>



Abstract

[Introduction]: The proper management of waste is one of the environmental challenges currently facing world-wide, in its stages of collection, treatment and disposal. Generally, in each nation the government authorities give special attention to large cities, discriminating against rural localities due to the lack of economic and technical resources to treat and to dispose the waste properly in these sites, being the settlers responsible for giving proper management to their waste, however, the practices that they perform are not reported. **[Objective]:** A diagnosis of the current management of waste by settlers of three rural localities with a medium degree of marginalization, corresponding to Colonia Hidalgo, Ejido Zaragoza and Plan de Guadalupe in Sombrerete (Zacatecas, Mexico), was performed. **[Methodology]:** The information was obtained from the application of a survey-type questionnaire to a representative sample of each locality. **[Results]:** It was determined that the uncontrolled burning of waste is the most performed practice; organic waste is used as livestock feed in non-sanitary conditions; recyclable waste is separated, but only part of it is sold; fertilizer sacks are reused, and pesticide containers are burned in uncontrolled conditions; practices that affect the environment and the health of the settlers. **[Conclusions]:** The lack of attention from government authorities in waste management in rural and marginalized localities is evident, so that the settlers develop unsustainable practices.

Keywords: Degree of marginalization; uncontrolled burning; unsustainable practices.

1. Introducción

En las últimas décadas se ha identificado y ha venido en ascenso la problemática ambiental como una prioridad para casi todos los países del mundo, donde el manejo inadecuado de los residuos es un factor importante en términos de contaminación y suciedad en áreas urbanas y representa un riesgo para la salud de la población (Paladino y Massabò, 2017; Reyes *et al.*, 2008).

Actualmente, distintos países del mundo enfrentan un problema de más y más generación de residuos. Este aumento trae consigo diferentes inconvenientes, como tiraderos clandestinos o sitios de disposición final que no cumplen con las regulaciones ambientales. Además, provoca el aumento de enfermedades, contaminación de aguas superficiales y subterráneas, erosión del suelo, dispersión de contaminantes en el aire, proliferación del desarrollo de insectos insalubres como moscas o mosquitos, suciedad en áreas urbanas, efectos tóxicos en la salud humana, entre otros (Bovea *et al.*, 2010; Hong *et al.*, 2010).

El control en el manejo de los residuos se hace cada vez más necesario en Latinoamérica, ya que el aumento de la población y la urbanización acelerada de estos países han provocado un flujo incontrolado de residuos en las localidades y alzas en los costos sociales y económicos asociados con su recolección, tratamiento y disposición final (Lee *et al.*, 2017). De igual manera, en América Latina ha prevalecido el manejo de los residuos con el esquema de “recolección y disposición final” dejando rezagados su aprovechamiento, reciclaje y tratamiento, así como la disposición final adecuada (Sáez *et al.*, 2014), por lo que la participación ciudadana en la prevención, reutilización, reciclaje y compostaje es esencial, ya que, a partir de este accionar, se ha logrado un progreso significativo en su reducción (Dhokhikah *et al.*, 2015).



En la actualidad, el manejo de residuos sigue presentando una gran brecha entre las zonas urbanizadas y rurales, porque en las etapas de recolección y disposición, la cobertura generalmente es insuficiente para el caso de estas últimas. Esto se debe, en principio, a las grandes distancias entre las localidades rurales y el sitio de disposición final que sirve a las localidades urbanas, puesto que, por lo general, estos sitios brindan servicio únicamente a las zonas urbanas principales y a las localidades rurales cercanas, por lo cual quedan fuera la mayoría de estas localidades, incluidas aquellas que presentan cierto grado de marginación. Esto conlleva a que las poblaciones de localidades marginadas dispongan los residuos en sitios no controlados o los quemen en lugares inadecuados que producen contaminación ambiental y un riesgo para la salud humana (Wang *et al.*, 2011).

Lo anterior refleja una realidad para América Latina, pues, en estos países, el manejo de los residuos desde su origen se encuentra en estado incipiente. Algunos han regulado, a través de leyes, la implementación de un sistema de manejo integral de residuos, pero en la práctica no ha sido eficazmente aplicado; ya sea por falta de disposición o conocimiento de los generadores, o por una deficiencia de políticas y estrategias para su implementación por parte de las autoridades gubernamentales encargadas de controlar y regular dicho sistema (Sáez *et al.*, 2014).

Para el caso específico de México, el artículo 115, fracción 3, de su Constitución Política, establece que el gobierno municipal o local estará a cargo de la limpieza, recolección, transferencia, tratamiento y disposición final de los residuos. Por otra parte, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su respectivo reglamento regulan la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de estos, así como la prevención de la contaminación y la remediación de sitios contaminados con estos materiales en el país (H. Congreso de la Unión, 2014; H. Congreso de la Unión, 2018; Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2015).

En México, para el año 2011, el promedio diario de residuos sólidos urbanos estimado fue de 112.5 mil toneladas (t). Las localidades rurales, consideradas como aquellas que tienen menos de 15 mil habitantes y que representan el 38 % de la población del país, generaron el 11 % de esa cantidad. Igualmente, para ese mismo año, el 93 % de los residuos sólidos urbanos fueron recolectados a nivel nacional, sin embargo, solo el 13 % se recolectaron en localidades rurales. El 72 % de los residuos fueron dispuestos en rellenos sanitarios o sitios controlados, y solo el 13 % de las localidades rurales disponían sus residuos en sitios controlados (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2013). A través de estas estadísticas, se ve reflejada la carencia de un servicio de recolección y sitios de disposición final de residuos en localidades marginadas.

Por lo anterior, se tomó como caso de estudio las localidades rurales de Plan de Guadalupe, Ejido Zaragoza y Colonia Hidalgo del municipio de Sombrerete (Zacatecas, México). Esta ciudad cuenta con 207 localidades y estas tres fueron seleccionadas debido a su “alto” grado de marginación (Velázquez, 2011) y su distancia respecto a la cabecera municipal (ciudad principal) de Sombrerete. En estas localidades se desarrollan actividades agrícolas, en las que se utilizan varios productos agroquímicos tales como fertilizantes, herbicidas y pesticidas; y algunas grasas



y aceites que se requieren para la maquinaria; esto provoca la generación de residuos peligrosos que podrían representar un riesgo para la salud humana o para el ambiente, si no se disponen adecuadamente (Velázquez, 2011). Lo mismo podría suceder con los residuos sólidos urbanos, de modo que, en estas localidades, no se proporciona equipo (ni maquinaria ni personal) para la recolección de los residuos, por lo que las poblaciones son responsables de su manejo.

Por lo tanto, esta investigación se centró en desarrollar un diagnóstico que permita obtener estadísticas sobre prácticas comunes en el manejo de residuos (formas de tratamiento o disposición) en las tres localidades rurales de la ciudad de Sombrerete (Zacatecas, México), con el propósito de mostrar datos de prácticas que se realizan cuando las autoridades gubernamentales no ofrecen servicios de una recolección de residuos ni sitios de disposición final de estos.

2. Metodología

La **Figura 1** muestra la ubicación de las tres localidades del municipio de Sombrerete (Zacatecas, México) tomadas como caso de estudio. La distancia que comprenden estas localidades respecto a la cabecera municipal (ciudad principal del municipio) corresponde a 51 km para Plan de Guadalupe, 40 km para Ejido Zaragoza y 43 km para Colonia Hidalgo.

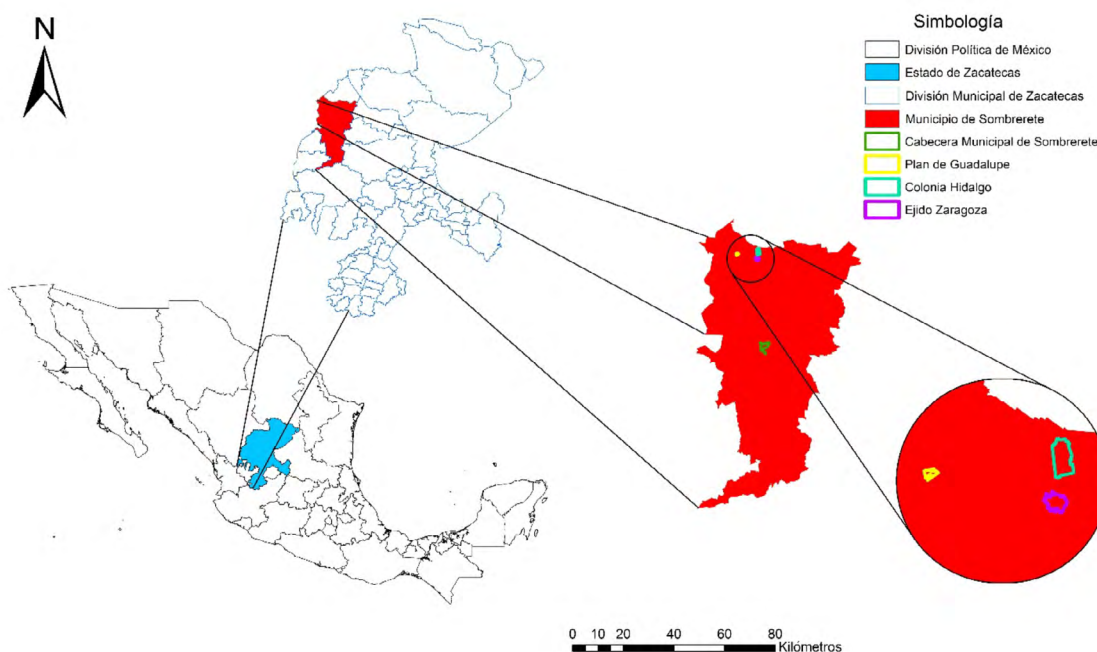


Figura 1. Ubicación de localidades marginadas tomadas como caso de estudio.

Figure 1. Location of marginalized localities taken as case study.



El diagnóstico fue elaborado a partir de información sobre la generación (cantidad y características) y las prácticas actuales del manejo de residuos; se recopiló a través de un cuestionario tipo encuesta aplicado a pobladores de las localidades de estudio. Se seleccionó una encuesta para la recopilación de información de interés debido a que las preguntas son dirigidas para obtener datos en específico y para tener un mayor control y manejo de los resultados. El número de encuestas se determinó aplicando la **Ecuación 1**, que corresponde a poblaciones finitas (Cueva, 2018).

$$N = \frac{(Z^2 * N_p * P(1-P))}{((N_p - 1) * e^2 + Z^2 * P(1-P))} \quad (\text{E.1})$$

Donde:

N = Tamaño de muestra (número de encuestas).

N_p = Tamaño de la población (número de viviendas).

Z = Número de unidades de desviación estándar en la distribución normal que producirán el grado deseado de confianza (para 80 %, Z = 1.28).

e = Error o diferencia máxima entre la población de la muestra y la proporción de la población que está dispuesta a aceptar el nivel de confianza propuesto (se tomó un valor de 0.05).

P = Porcentaje de la población que tiene las características de interés. Si no se conoce de antemano, es conveniente utilizar el peor de los casos de P = 50 %.

Una vez determinado el tamaño de la muestra (N), se aplicó un ajuste del número de encuestas a aplicar utilizando la **Ecuación 2** (Pallás y Villa, 2013).

$$n = \frac{N}{1 + (N/N_p)} \quad (\text{E.2})$$

Donde:

n = Ajuste del número de encuestas a realizar.

El número de encuestas para cada localidad se obtuvo aplicando la **Ecuación 1** y la **Ecuación 2**. Los datos obtenidos de estas ecuaciones se muestran en el **Cuadro 1**.

Cuadro 1. Tamaño de la muestra o número de viviendas de las tres localidades de estudio donde se aplicó la encuesta.

Table 1. Sample size or number of dwellings of the three localities of study where the survey was applied.

Localidad	Población ¹	Número de viviendas ¹	Número de encuestas	Total de encuestas	Porcentaje de encuestas ² (%)
Plan de Guadalupe	439	108	41		18.64
Ejido Zaragoza	1123	273	74	220	33.63
Colonia Hidalgo	2373	587	105		47.72

¹ Base de datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2015), México. Censo de población y vivienda 2010. Principales resultados por localidad (ITER).

² El porcentaje de encuestas se calculó considerando el número de encuestas a aplicar para cada localidad con respecto al total de encuestas aplicadas en este estudio.



El cuestionario se realizó con precisión, claridad, orden en las preguntas, vocabulario adecuado, incluidas todas las respuestas posibles. Las preguntas estructuradas se elaboraron con una opción, opciones dicotómicas (2 opciones) y en múltiples opciones (3 o más opciones). La encuesta se basó en un cuestionario de 21 preguntas, con las siguientes categorías: a) generación de residuos, b) tratamiento de residuos, c) transporte de residuos, d) disposición final de residuos, e) cantidad de residuos orgánicos, f) razones de por qué la población realiza estas prácticas, g) frecuencia de separación y venta de residuos, h) disponibilidad de la población para realizar acciones del manejo de residuos.

La aplicación de las encuestas se realizó mediante un muestreo aleatorio simple, donde todas las muestras tienen la misma probabilidad de ser seleccionadas. La encuesta se aplicó durante los fines de semana para asegurarse de encontrar a las personas en el hogar. Los datos obtenidos fueron recolectados, clasificados, agrupados y presentados en tablas usando porcentajes. Finalmente, se definieron las implicaciones de estas prácticas que afectan la salud humana y el ambiente, y se mencionan propuestas para la mejora del manejo de residuos. En el **Apéndice 1** se presenta el cuestionario aplicado.

3. Resultados y discusión

La primera etapa del manejo integral de los residuos corresponde a la generación de estos en las casas. Por medio de las encuestas aplicadas en las viviendas, se obtuvo que los residuos generados corresponden principalmente a residuos sólidos urbanos, residuos orgánicos (principalmente restos de alimentos), y materiales valorizables (vidrio, plástico, latas de aluminio y cartón). Debido a las prácticas realizadas por las poblaciones (como la quema residuos en el hogar y en tiraderos clandestinos), no fue posible cuantificar la generación per cápita de residuos en estas localidades. En vista de lo anterior, se les preguntó acerca de las cantidades aproximadas de generación de residuos orgánicos en kilogramos (kg) por semana, los resultados obtenidos se presentan a continuación en el **Cuadro 2**.

Cuadro 2. Cantidad aproximada de residuos orgánicos generados por semana (%).

Table 2. Approximate amount of organic waste generated per week (%).

Localidad	0-2 (kg/semana)	3-5 (kg/semana)	6-7 (kg/semana)	>7 (kg/semana)
Plan de Guadalupe	45	41	6	8
Ejido Zaragoza	76	15	8	1
Colonia Hidalgo	73	26	1	0

Como se puede observar en el **Cuadro 2**, la localidad Plan de Guadalupe genera una mayor cantidad de residuos orgánicos, ya que más del 50 % de las personas estima generar más de 2 kg de este tipo de residuos por semana. En el **Cuadro 3** se muestran las acciones que las tres localidades realizan con los residuos orgánicos generados.



Cuadro 3. Disposición de residuos orgánicos (%).

Table 3. Organic waste disposal (%).

Localidad	Uso como alimento para animales de otros	Uso como alimento para animales propios	Disposición con los otros residuos	Otros
Plan de Guadalupe	84	14	2	0
Colonia Hidalgo	47	36	17	0
Ejido Zaragoza	71	13	16	0

En el **Cuadro 3** se puede apreciar que la acción predominante en el manejo de los residuos orgánicos por las tres localidades es el uso de ellos como alimento para animales de otras personas. Esta actividad es frecuente y común en áreas rurales y en desarrollo, donde la recolección de residuos orgánicos incluye a un tercero que la usará para alimentar a sus propios animales (Ramírez *et al.*, 2017).

Las poblaciones utilizan generalmente los residuos orgánicos para alimentar a los cerdos, que tienen el atributo de ser una especie capaz de alimentarse de residuos de baja calidad desde el punto de vista bromatológico (referido al estudio de los alimentos, su composición, sus propiedades, de los procesos de fabricación y almacenamiento y sus ingredientes), y transformarlos en un alimento de alto valor proteico para la nutrición humana. Los residuos se usan tradicionalmente como alimento para cerdos sin ningún tratamiento. Dicho tratamiento consiste en un calentamiento, cuyo proceso resulta costoso e ineficiente, ya que no garantiza la destrucción de microorganismos patógenos (Salemdeeb *et al.*, 2017).

Sin embargo, la cría semitecnificada de cerdos siempre está relacionada con la presencia de enfermedades, un caso recurrente es la cisticercosis (parásitos dentro del cuerpo) dada por la ingesta de excrementos humanos. Esta enfermedad ocurre por la ingestión de metacestodos de *Taenia solium* en carne de cerdo mal cocida, y es considerada como una enfermedad olvidada de salud pública y de importancia económica (Trevisan *et al.*, 2017).

En cuanto a la disposición de residuos orgánicos en comparación con el resto de los residuos generados, representa un bajo porcentaje (menos del 20 % en las tres localidades), con respecto a las otras acciones reportadas en el **Cuadro 3**. Esto, a su vez, difiere de las aproximaciones de la composición de los residuos en el país (México), ya que se estima que el 52.3 % de su contenido son residuos orgánicos, lo cual no es comparable debido al alto nivel de segregación de residuos orgánicos en las localidades rurales, que se utilizan principalmente como alimento para animales domésticos (Muñoz y Morales, 2018; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2013).

El **Cuadro 4** y el **Cuadro 5** muestran información sobre las acciones llevadas a cabo en las localidades para el transporte de los residuos desde el punto de generación hasta el sitio de disposición final.



Cuadro 4. Transporte de residuos (%).

Table 4. Waste transport (%).

Localidad	Se transportan los residuos a un sitio de disposición	No se transportan los residuos a un sitio de disposición
Plan de Guadalupe	88	12
Ejido Zaragoza	60	40
Colonia Hidalgo	41	59

Cuadro 5. Disposición final de los residuos transportados (%).

Table 5. Final disposal of transported waste (%).

Localidad	Disposición y quema de los residuos	Disposición de los residuos sin quemarlos	Quema de residuos en el hogar y disposición de las cenizas
Plan de Guadalupe	57	36	7
Ejido Zaragoza	60	29	11
Colonia Hidalgo	64	33	3

Como se muestra en el **Cuadro 4**, en la localidad el Plan de Guadalupe, el 88 % de pobladores transporta los residuos a un sitio de disposición final. El 12 % los quema en el hogar donde permanecen las cenizas. De acuerdo con el **Cuadro 5**, del porcentaje que transporta los residuos a un sitio de disposición, el 57 % los quema, el 36 % solo los deposita y 7 % los quema en el hogar, y solo deposita las cenizas en el sitio.

En la localidad del Ejido Zaragoza, el 60 % transporta los residuos a un sitio de disposición final (**Cuadro 4**). Del 40 % restante, el 97 % indicó que hay una persona que se dedica a recolectar por cuenta propia los residuos, y el 3 % los quema en el hogar, y las cenizas permanecen allí mismo, ya que indicaron que viven a las orillas, y que, a pesar de que esta práctica no es permitida por común acuerdo entre la población, por las molestias causadas en el vecindario, al vivir lejos de las demás personas, no ha habido alguien que interponga una queja. Por otro lado, también se obtuvo información de la persona encargada de transportar los residuos al sitio de disposición final, quien indicó ser responsable de quemarlos en el sitio; no obstante, se observa que no cuenta con ningún equipo de protección personal. Del porcentaje de pobladores que transportan sus residuos, el 60 % los dispone y los quema, el 29 % solo los dispone, y el 11 % dispone las cenizas previamente quemadas en el hogar (**Cuadro 5**).

Los datos sugieren que el 100 % de los residuos en las localidades de Plan de Guadalupe y Ejido Zaragoza se queman sin control, lo cual es una situación preocupante, debido a las emisiones de gases de efecto invernadero, gases tóxicos, dioxinas y furanos hacia la atmósfera. Estas sustancias causan daños al ambiente y a la salud de la población (Kanan y Samara, 2018). Los sitios donde la quema de residuos se realiza sin control son más peligrosos, debido a que los contaminantes liberados al suelo y al aire pueden incluir metales pesados, hidrocarburos de



petróleo, compuestos orgánicos semivolátiles, bifenilos policlorados y dioxinas y furanos. El suelo es el medio que recibe directamente los contaminantes contenidos en las cenizas de los residuos. Por lo tanto, los sujetos receptores humanos que habitan cerca de estos sitios pueden estar expuestos a estos contaminantes por contacto directo o por propagación en el aire (Atencio *et al.*, 2013).

En Colonia Hidalgo, el 41 % de pobladores transporta los residuos al sitio de disposición final de residuos (**Cuadro 4**). De este porcentaje, el 33 % solo los dispone, el 64 % los dispone y los quema, y el 3 % los quema en casa, y solo transporta las cenizas al sitio de disposición (**Cuadro 5**), a pesar de que también por común acuerdo entre pobladores no está permitido quemar residuos en el hogar. Con el 59 % restante, un trabajador autónomo se encarga de transportarlos y disponerlos. En esta localidad, los residuos en el sitio de disposición final están cubiertos con material (suelo) a diferencia de las otras dos localidades; sin embargo, esta práctica no es frecuente porque depende de la utilización de una maquinaria, por lo cual se genera, también, la quema de residuos. Como se verá más adelante, esta localidad es la que tiene el sitio de disposición más alejado (4.78 km), y no todos los pobladores cuentan con un vehículo para transportar los residuos; ello lleva al abandono de estos en lotes baldíos, carreteras públicas y otros sitios prohibidos para tal uso.

En estas localidades, el acceso al servicio de recolección de residuos proporcionado por el ayuntamiento es nulo, ya que esta carencia se debe a la deficiencia de equipos con los que cuenta la autoridad local, pues solo se tienen cinco vehículos de recolección para las 207 localidades que pertenecen a Sombrerete; esto origina que el almacenamiento de los residuos se dé por períodos de tiempo que exceden a una semana. De esta manera, sus habitantes son responsables de transportar los residuos al sitio de disposición final, o que un trabajador por cuenta propia realice esta acción, a cambio de la cooperación económica en función de la población, como fue observado en los resultados reportados en el **Cuadro 4** y en el **Cuadro 5**. Por otro lado, la ubicación del sitio de disposición final afecta el costo del manejo de residuos, por la que implica un reto, para las autoridades locales, ofrecer servicios de recolección y disposición a localidades alejadas de las ciudades urbanas principales (Bernache, 2015). Por lo tanto, en este caso, se debe considerar una estrategia para la asignación de rutas y vehículos de recolección, y de un sitio de disposición final de residuos que opere en condiciones controladas.

Respecto a los sitios de disposición final, se tiene que Plan de Guadalupe cuenta con un tiradero no controlado que está aproximadamente a 1.18 km del centro de la localidad, allí sus pobladores disponen los residuos a lo largo del sitio, algunas personas los queman y otras, simplemente, los depositan. No hay un orden en la disposición, ya que es común observar pequeñas pilas de residuos (quemados o no) fuera del lugar destinado para este uso. Además, la acumulación de residuos en este sitio favorece la proliferación de insectos y animales como aves, buitres y cuervos, principalmente, varios de ellos portadores de diversas enfermedades que pueden afectar la salud humana y pueden generar problemas de salud pública, si se trasladan a zonas habitadas (Bernache, 2012b).



Por otra parte, el tiradero no controlado de Ejido Zaragoza se encuentra a aproximadamente 0.97 km del centro de la localidad y a 3 metros (m) de un arroyo. En este sitio, existe una persona encargada de transportar los residuos a este lugar (no todos los residuos), y quemarlos. Esta acción libera contaminantes en el aire, el suelo y el agua (Bovea *et al.*, 2010; Hong *et al.*, 2010; Paladino y Massabò, 2017; Reyes *et al.*, 2008). Además, no hay un control de los lixiviados generados por los residuos, lo cual es un vector importante en términos de contaminación (Bernache, 2012a), en este caso de forma directa al agua del arroyo donde beben, frecuentemente, los animales (principalmente vacas) de la misma población.

Finalmente, el tiradero no controlado de Colonia Hidalgo se encuentra a aproximadamente 4.78 km del centro de la localidad. En las tres localidades, es común observar que los residuos también se depositan en arroyos y en lotes baldíos, principalmente; pero en mayor cantidad en Colonia Hidalgo, debido a la distancia del sitio de disposición de la localidad, pues sus pobladores no tienen los medios para transportar hasta ese lugar sus residuos.

Adicionalmente, la descomposición de los residuos produce biogás, que no solo representa un factor de riesgo –depende de su toxicidad y su explosividad en ciertas condiciones–, sino que también contribuye con cantidades significativas de gases que provocan el efecto invernadero (Atabi *et al.*, 2014), ponen en riesgo a quienes realizan la práctica de quema de los residuos en el sitio y provocan, de esta manera, posibles incendios.

Lo anterior demuestra que existe una evidente falta de infraestructura para la disposición adecuada de los residuos en las localidades marginadas, por lo que es común el uso de tiraderos no controlados o clandestinos. En general, estos sitios no se evalúan técnicamente con el fin de garantizar las mejores condiciones para la disposición de residuos.

La Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, dentro de sus restricciones para la ubicación del sitio, establece que en las localidades de más de 2 500 habitantes, el límite del sitio de disposición final debe estar a una distancia mínima de 500 m contados desde el límite del trazado urbano existente o contemplado en el plan de desarrollo urbano. También se especifica que el sitio debe estar al menos a 500 m de cuerpos de agua superficiales con flujo continuo, lagos y lagunas. Aunque solamente Colonia Hidalgo tiene casi 2 500 habitantes (2 373), podría tomarse como referencia para este estudio y evaluar la ubicación adecuada de un sitio de disposición final de residuos. La localidad que no cumple con estos requisitos es Ejido Zaragoza, pues cuenta con un arroyo a tres metros del tiradero y este último está a menos de 500 m del límite de la ruta existente.

Adicional a la regulación nacional mexicana, se cuenta con una Ley establecida en el Estado al que pertenecen las localidades de estudio, y en ella se mencionan las acciones sujetas a sanciones y multas por un manejo inadecuado de los residuos (Poder Legislativo del Estado de Zacatecas, 2013):

- Tirar o dejar residuos sólidos en vías públicas, lotes baldíos, barrancos, ductos de drenaje, alcantarillado, cableado eléctrico o telefónico, áreas comunes, parques, en general en sitios



no autorizados: se le aplica una multa con el equivalente de 5 a 100 honorarios del salario mínimo vigente (1 salario mínimo es igual 123.22 pesos mexicanos para el año 2021).

- Quemar o incinerar a cielo abierto, residuos de cualquier origen: con multas equivalentes de 1 001 a 10 000 honorarios del salario mínimo vigente.
- Mezclar residuos sólidos urbanos y de manejo especial con residuos peligrosos: se multa con el equivalente de 101 a 1 000 honorarios del salario mínimo vigente.
- Depositar los residuos en cuerpos de agua: se multa con el equivalente de 101 a 1 000 honorarios del salario mínimo vigente.

En este contexto, sus habitantes incurren en actos sujetos a sanciones y ni siquiera tienen conocimiento de ello. Además, la falta de control por parte de la autoridad de supervisión del cumplimiento de la ley y sancionar este tipo de prácticas se hace visible. Es evidente que la autoridad gubernamental no puede exigir el apego a dicha ley, cuando ésta no brinda a los pobladores servicios de recolección y disposición adecuada de los residuos, sin embargo esta acción no exime a los pobladores la responsabilidad de llevar una práctica adecuada del manejo de sus residuos, evidenciando de esta manera que se requiere de una corresponsabilidad entre población y gobierno.

Por otra parte, derivados de los resultados analizados, se identificaron residuos que son segregados para su valorización. Por ejemplo, en Plan de Guadalupe, el 78 % de pobladores separa los residuos reciclables como aluminio, plástico, cartón, entre otros. El resto no lo hace por las siguientes razones: 31 % porque el punto de venta está muy lejos, 15 % tiene dificultades para separarlos, 15 % no les importa y el 39 % restante tiene pereza. De las personas que separan los residuos, el 69 % dice que venden algunos de ellos.

En Colonia Hidalgo, el 56 % separa los residuos, y de este porcentaje el 41 % los vende. El resto no lo hace por lo siguiente: 12 % está lejos del punto de venta, 34 % lo encuentra difícil, 14 % no tiene interés y 40 % tiene pereza. En Ejido Zaragoza, la mayoría de los sujetos encuestados separa los residuos (84 %), de este porcentaje, el 60 % los vende. El resto no lo hace por lo siguiente: el 17 % está muy lejos del punto de venta, al 33 % le resulta difícil separarlos, al 25 % no le importa y el otro 25 % tiene pereza.

En general, en las tres localidades, el porcentaje que no separa los residuos se debe principalmente a la falta de interés. Colonia Hidalgo es el lugar que menos separa los residuos, mientras que Ejido Zaragoza es el que separa la mayor cantidad de residuos, porque representa la oportunidad de un ingreso económico adicional.

Tanto el plástico como el aluminio suelen venderse. Del 69 al 78 % de los sujetos encuestados respondió que venden el aluminio con mayor frecuencia, y solo del 12 al 22 % siempre separan el papel, pero del 91 al 100 % nunca lo vende. El 31 % siempre separa el cartón y el 10 % o menos lo hace con frecuencia u ocasionalmente, por lo que la mayoría no lo hace. Del 22 al



32 % de los sujetos encuestados siempre separa el vidrio, pero solo el 2 % vende este residuo. El vidrio, el papel y el cartón se compran a precios bajos; y para que puedan significar un ingreso considerable, se requieren grandes cantidades de residuos segregados. Por eso, quizás, separarlos no genera el interés para una familia. Además, estos residuos se compran en la cabecera municipal (ciudad principal del municipio), por lo que no resulta costoso la venta, debido a la distancia de las localidades de estudio a este lugar.

Por otro lado, el aceite vegetal usado y residuos peligrosos como aceite lubricante, envases de pesticidas/herbicidas, y envases de fertilizantes químicos (urea, fosfato diamónico), son comúnmente generados en las tres localidades de estudio, debido a las actividades agrícolas y domésticas que realizan.

Con respecto a la disposición del aceite vegetal usado, del 25 al 53 % de los sujetos lo vierten, principalmente junto con los residuos de comida y lo usan como alimento para animales; y del 24 al 53 % de la población encuestada lo reutilizan para cocinar. El resto (del 2 al 19%) indicó que no genera este tipo de residuos, porque usan manteca de cerdo o cocinan con aceite hasta consumirlo por completo (**Cuadro 6**).

Cuadro 6. Disposición del aceite vegetal usado (%).

Table 6. Disposal of used vegetable oil (%).

Localidad	Se tira	Se almacena	Se reutiliza para cocinar	Otra acción
Plan de Guadalupe	49	0	49	2
Colonia Hidalgo	53	11	24	12
Ejido Zaragoza	25	3	53	19

Una vez que el aceite vegetal ha sido sometido a altas temperaturas, genera dioxinas, un carcinógeno muy agresivo. Además, los componentes beneficiosos del aceite vegetal para cocinar conocido como CIS, a través del efecto de exposiciones repetidas al calor, cambian a TRANS, que son difíciles de digerir y eliminar y tienen enormes efectos negativos en la salud humana al reducir el colesterol bueno y aumentar el malo (Hashempour *et al.*, 2016).

Otra acción común identificada es tirar el aceite vegetal usado en los sistemas de drenaje o alcantarillado, causando bloqueos que conducen a desbordamientos del alcantarillado sanitario, inundación de propiedades y contaminación de cuerpos de agua con aguas residuales (Wallace *et al.*, 2017).

Con respecto a los aceites lubricantes, suelen quemar estos residuos afectando la calidad del aire. En Ejido Zaragoza, se almacenan y depositan principalmente, aunque a los almacenados se les da otro uso como: aplicación a la madera, verterlos en los hormigueros o bañar a los cerdos. El realizar estas últimas prácticas podría provocar la contaminación del suelo y cuerpos de agua, ya que la mayoría de los metales que se encuentran en el aceite lubricante permanecen en el medio ambiente durante un tiempo, y pueden acumularse en plantas, animales, suelos, sedimentos y en aguas superficiales que no fluyen (ATSDR, 2016).



Por otro lado, los fertilizantes utilizados principalmente en estos lugares son químicos y se envasan en sacos. El **Cuadro 7** muestra los resultados de las prácticas realizadas con estos residuos.

Cuadro 7. Prácticas realizadas a envases vacíos de fertilizantes químicos (%).

Table 7. Practices carried out on empty containers of chemical fertilizers (%).

Localidad	Se tiran	Se almacenan	Se queman	Se reutilizan
Plan de Guadalupe	20	17	11	52
Colonia Hidalgo	21	16	5	58
Ejido Zaragoza	15	13	19	53

Los principales productos químicos utilizados como fertilizantes en las tres localidades de estudio son la urea y el fosfato diamónico. Se utilizan en la siembra y en ocasiones se fertiliza de nuevo cuando el grano ya ha nacido junto con la escarda, por lo que este tipo de residuos se genera dos veces al año. Estos fertilizantes se compran en localidades más grandes como Colonia Hidalgo, donde llegan en una presentación a granel y luego se empaquetan en sacos. Por lo tanto, una medida en la reducción de estos residuos podría ser la reutilización de sacos para el mismo propósito. Para llevar a cabo esta acción, sería necesario informar a la población agrícola sobre el cuidado que debería tener con los contenedores, principalmente para evitar que se rompan.

Los otros agroquímicos, como los pesticidas y herbicidas, se presentan en recipientes de plástico y se preguntó qué hacen con ellos. En el **Cuadro 8** se muestra la diferencia entre las tres localidades. En Plan de Guadalupe se tiran o queman (en el campo o vertedero), en Colonia Hidalgo los tiran principalmente y en Ejido Zaragoza los tiran o los depositan en un sitio ubicado en la estación de servicio del lugar, a aproximadamente 0.92 km.

El uso de agroquímicos en México generalmente se realiza en un contexto de falta de asesoramiento técnico y medidas de protección inadecuadas. Esto provoca que quienes trabajan en labores agrícolas estén sujetos a una exposición de mayor riesgo ([Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología, 2012](#)).

Cuadro 8. Prácticas realizadas con envases vacíos de agroquímicos (%).

Table 8. Practices performed with empty agrochemical containers (%).

Localidad	Se tiran	Se almacenan	Se queman	Se reutilizan
Plan de Guadalupe	50	0	41	9
Colonia Hidalgo	78	4	15	3
Ejido Zaragoza	31	8	21	40



Los contenedores de agroquímicos son arrojados, de manera irresponsable, a los canales de riego, ríos, arroyos, barrancos, campos; y en otros casos se queman, entierran e incluso llegan a ser reutilizados. Todas estas prácticas generan contaminación para el ambiente (suelo, cuerpos de agua y atmósfera) y, a veces, problemas de intoxicación para la población.

Algunos contenedores son susceptibles a ser recipientes lavables, estos pueden contener alguna formulación líquida y se les pueden aplicar las tácticas de triple lavado; pues contenedores que han estado en contacto con materiales o residuos peligrosos pueden reutilizarse con el mismo tipo de materiales peligrosos u otros materiales o residuos compatibles, siempre que dichos contenedores no permitan la liberación de materiales peligrosos o residuos contenidos en ellos (H. Congreso de la Unión, 2014).

Se preguntó al público usuario de agroquímicos si reconoce algunas características peligrosas en los fertilizantes que utiliza (urea y / o fosfato diamónico) y el 98 %, considerando las tres localidades, responde afirmativamente; y los define como tóxicos, corrosivos o ambos. También se les preguntó si leían la etiqueta en los envases de agroquímicos, del 76 al 91 % de las respuestas fueron afirmativas. Sin embargo, todavía se están llevando a cabo prácticas inapropiadas en el manejo de este tipo de residuos.

En la encuesta, también se les preguntó, *¿cómo consideran el cuidado del ambiente?* El 72 % lo consideró “muy importante” y el 28 % “importante”. Vale la pena mencionar que también se contaba con las opciones de “nada” y “sin importancia”, las cuales no obtuvieron respuesta a favor. Además, al 99 % le gustaría aprender sobre el manejo adecuado de los residuos y, finalmente, al 45 % le gustaría aprender en cursos y al 32 % con folletos.

Los sujetos encuestados mencionaron que prefieren cursos para comprender mejor y preguntar en caso de dudas. Quienes eligieron folletos, les pareció mejor esta opción pues permite leerlos con calma cuando se tiene tiempo en la casa. Solo unas pocas personas prefirieron videos o talleres, ya que lo consideran más dinámicos, visuales y comprensibles.

Finalmente, todas las opciones de manejo deben realizarse en condiciones de control de acuerdo con la normativa correspondiente, siempre que se logre el objetivo principal de proteger el ambiente y la salud humana. Debido al daño al ambiente y a la salud que se podría causar por el manejo inadecuado de los residuos, es importante implementar estrategias de participación comunitaria en su manejo, como programas de capacitación en reducción y difusión de información a través de los medios de comunicación y campañas (Dhokhikah *et al.*, 2015), principalmente si la población está dispuesta a aprender sobre estos temas y desea mejorar su entorno, por lo que se establecieron las recomendaciones siguientes:

- Aprovechar el interés que tienen las comunidades para separar residuos susceptibles al reciclaje (papel, aluminio, plástico), identificando una estrategia para que puedan ser recolectados y transportados a centros de acopio ubicados en la ciudad principal. Quizá solo una persona de las localidades podría emprender esta acción para obtener un ingreso económico.



- El aceite lubricante y el aceite vegetal también podrían ser recolectados de manera independiente, con el propósito de darles un tratamiento adecuado mediante el reciclaje. Posiblemente esta acción deba realizarse desde la ciudad principal, con el apoyo de las autoridades locales. Al igual, debido a la falta de recursos en el área de estudio, se pueden tomar medidas para identificar una empresa o persona que pueda estar interesada en la recolección, tanto de residuos de aceite como reciclables, para que su venta genere un ingreso económico.
- Se recomienda generar centros de almacenamiento o jaulas de almacenamiento temporal para contenedores vacíos de agroquímicos y para residuos reciclables en lugares estratégicos para uso de la población. Además, llevar a cabo una recolección especial de envases de agroquímicos en las localidades donde no se cuenta con un centro de recolección y, posteriormente, transferirlos al que ya existe en la localidad de Ejido Zaragoza. Se sugiere que la población sea partícipe en dicha actividad.
- Se recomienda trabajar en conjunto para un proyecto comunitario que pueda ser desarrollado por los propios grupos de habitantes, y que surja de las necesidades de la población para generar el interés y motivar el cambio deseado en cuanto a hábitos y costumbres. Dicho proyecto debe forjar un beneficio directo para sus habitantes, con el propósito de alcanzar resultados en corto plazo y mantener el interés de continuarlo.
- Las autoridades gubernamentales deben implementar y difundir un programa de educación ambiental, donde se capacite a las poblaciones sobre el manejo adecuado de los residuos, que debe adaptarse al siguiente público: amas de casa, personas agricultoras, y niños y niñas; para aprovechar su interés de participar y aprender mediante pláticas o folletos. En dicho programa es importante destacar la clasificación de los tipos de residuos, la separación de materiales reciclables, las implicaciones a la salud de la quema de residuos, las leyes de gestión de residuos y las sanciones.
- Finalmente, se recomienda la clausura de los sitios no controlados de disposición final de residuos, de acuerdo con las disposiciones de la normatividad mexicana, y construir un nuevo sitio para varias localidades con la infraestructura y características establecidas, como el sistema de recolección de lixiviados, compactación de biogás, sistema de impermeabilización, cobertura, entre otro. Este punto se debe compartir y plantear ante las autoridades correspondientes.



4. Conclusiones

Con base en el diagnóstico realizado en el manejo de residuos, se determinó que en las tres localidades de estudio, Plan de Guadalupe, Ejido Zaragoza y Colonia Hidalgo, pertenecientes a la ciudad de Sombrerete (Zacatecas, México), sus poblaciones realizan prácticas insostenibles de manejo de residuos que afectan el ambiente y la salud humana; de estas, la de mayor impacto es la quema no controlada de residuos. Otras acciones corresponden a arrojar o abandonar residuos sólidos en lugares no autorizados (caminos públicos, lotes baldíos, arroyos, entre otros).

Se identificó que los residuos en los que se debe prestar atención son los envases vacíos de agroquímicos, aceites lubricantes y aceites vegetales usados, ya que no hay control sobre ellos en el área de estudio, lo que causa contaminación al ambiente (aire, suelo y agua) en que viven sus habitantes, y las acciones realizadas como la reutilización ponen en riesgo su salud.

La ausencia de camiones recolectores para transportar los residuos del hogar a un sitio de disposición final de residuos, y las condiciones en las que operan actualmente estos sitios, sin ningún control y sin apego a las normatividades aplicables, son las razones principales que conlleva a las poblaciones a realizar estas prácticas insostenibles con los residuos.

Los resultados obtenidos del diagnóstico reflejan el incumplimiento de las regulaciones ambientales existentes en materia de residuos, la escasa o nula regulación que se tiene por parte de las autoridades gubernamentales, y que se requieren de estrategias por parte de las autoridades locales para poder ofrecer servicios adecuados de recolección, transporte, tratamiento y disposición de los residuos en áreas rurales con cierto grado de marginación o que no son atendidas por su lejanía con la ciudad principal del municipio.

Sin embargo, se reconoce que los sujetos encuestados de estas comunidades consideren importante el cuidado al medio ambiente y tengan la disposición de aprender sobre las prácticas adecuadas en el manejo integral de los residuos. Con la aplicación de la responsabilidad compartida entre la autoridad y los generadores de residuos, se podrían lograr mejoras significativas en el manejo de los residuos en localidades que enfrentan esta problemática.

A pesar de que el caso de estudio fue realizado para localidades marginadas pertenecientes a México, el manejo inadecuado de residuos en localidades en esta condición es una problemática mundial, pues este tipo de prácticas tiene graves repercusiones en la salud humana y en el ambiente, por lo que dicho problema se engloba para situaciones similares que pudieran presentarse en varios países de Latinoamérica, por lo que se le debe dar especial atención.

5. Ética y conflicto de intereses

Las personas autoras declaran que han cumplido totalmente con todos los requisitos éticos y legales pertinentes, tanto durante el estudio como en la producción del manuscrito; que no hay conflictos de intereses de ningún tipo; que todas las fuentes financieras se mencionan completa y claramente en la sección de agradecimientos; y que están totalmente de acuerdo con la versión final editada del artículo.



6. Agradecimientos

Las personas autoras quieren brindar un especial agradecimiento a los sujetos pobladores encuestados de las tres localidades de estudio, quienes mostraron voluntad para responder y aprender más sobre el tema. A la revista y las personas que dictaminaron de manera anónima este escrito, por sus valiosos aportes.

7. Referencias

- Atabi, F., Ehyaei, M. A., Ahmadi, M. H. (2014). Calculation of CH₄ and CO₂ emission rate in Kahrizak landfill site with land GEM mathematical model. *The 4th World Sustainability Forum*. <https://sciforum.net/manuscripts/2614/manuscript.pdf>
- ATSDR. (2016). Toxic substances portal - *Used Mineral-based Crankcase Oil*. Agency for toxic substances and disease registry. Atlanta, US Grove. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp102.pdf>
- Atencio, R. M., Reyes, J. A., Guevara, J. A. (2013). Evaluación de riesgo ambiental en un tiradero con quema de basura. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29(3), 107-117. <https://www.redalyc.org/pdf/370/37029665013.pdf>
- Bernache, G. (2012a). El confinamiento de la basura urbana y la contaminación de las fuentes de agua en México. *Revista de El Colegio de San Luis*, 2(4), 36-56. <http://www.redalyc.org/pdf/4262/426239577003.pdf>
- Bernache, G. (2012b). Riesgo de contaminación por disposición final de residuos. Un estudio de la Región Centro Occidente de México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 28(1), 97-105. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v28s1/v28s1a14.pdf>
- Bernache, G. (2015). *La gestión de los residuos sólidos: Un reto para los gobiernos locales*. *Sociedad y Ambiente*, 1(7), 72-98. <https://doi.org/10.31840/sya.v0i7.1592>
- Bovea, M. D., Ibáñez, V., Gallardo, A., Colomer, F. J. (2010). Environmental assessment of alternative municipal solid waste management strategies. A Spanish case study. *Waste Management*, 30(11), 2383-2395. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X10001492/pdf>
- Cueva Orjuela, J. C. (2018). Desarrollo de una metodología de priorización y diferenciación de proyectos de aprovisionamiento de agua para consumo humano en una zona rural colombiana. *Escuela de Geociencias y Medio Ambiente*, 65-66. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/69344/1121211042.2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dhokhikah, Y., Trihadiningrum, Y., Sunaryo, S. (2015). Community participation in household solid waste reduction in Surabaya, Indonesia. *Resources, Conservation and Recycling*, 102, 153-162. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.06.013>



- H. Congreso de la Unión. (2014). *Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. Diario Oficial de la Federación, México. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf
- H. Congreso de la Unión. (2018). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. Diario Oficial de la Federación, México. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_190118.pdf
- Hashempour, F., Torbati, M., Azadmard, S., Savage, G. P. (2016). Vegetable oil blending: A review of physicochemical, nutritional and health effects. *Trends in Food Science & Technology*, 57, 52-58. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.09.007>
- Hong, J., Li, X., Zhaojie, C. (2010). Life cycle assessment of four municipal solid waste management scenarios in China. *Waste Management*, 30(11), 2362–2369. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.03.038>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2015). Realidad, datos y espacios. *Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 6, 1-135. https://www.inegi.org.mx/rde/rde_14/doctos/rde_14_opt.pdf
- Kanan, S., Samara, F. (2018). Dioxins and furans: A review from chemical and environmental perspectives. *Trends in Environmental Analytical Chemistry*, 17, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.teac.2017.12.001>
- Lee, M., Choi, H., Koo, Y. (2017). Inconvenience cost of waste disposal behavior in South Korea. *Ecological Economics*, 140, 58-65. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.04.031>
- Muñoz, C. E., Morales, R. E. (2018). Generación de residuos orgánicos en las unidades económicas comerciales y de servicios en la Ciudad de México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 33, 733-767. <https://doi.org/10.24201/edu.v33i3.1804>
- Paladino, O., Massabò, M. (2017). Health risk assessment as an approach to manage an old landfill and to propose integrated solid waste treatment: A case study in Italy. *Waste Management*, 68, 344-354. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.07.021>
- Pallás, J. M. A., & Villa, J. J. (2013). *Métodos de investigación clínica y epidemiológica*. Elsevier, (4), 144.
- Poder Legislativo del Estado de Zacatecas. (2013). *Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Zacatecas*, Periódico Oficial del Estado de Zacatecas, México. http://legismex.mty.itesm.mx/estados/ley-zac/ZAC-L-ResSolidos2013_03.pdf
- Ramírez, V. M., Peñuela, L. M., Pérez, M. R. (2017). Los residuos orgánicos como alternativa para la alimentación en porcinos. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 34(2), 107-124. <https://doi.org/10.22267/rcia.173402.76>



- Reyes, J. A., Ramírez, J., Lázaro, O., Carreón, C., & Garrido, M. M. L. (2008). Assessment of groundwater contamination by landfill leachate: A case in México. *Waste Management*, 28, 33-39. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.03.024>
- Sáez, A., Urdaneta, G., Joheni, A. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*, 20(3), 121-135. <https://www.redalyc.org/pdf/737/73737091009.pdf>
- Salemdeeb, R., zu Ermgassen, E. K. H. J., Kim, M. H., Balmford, A., Al-Tabbaa, A. (2017). Environmental and health impacts of using food waste as animal feed: a comparative analysis of food waste management options. *Journal of Cleaner Production*, 140(2), 871-880- <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.049>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2013). *Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. Indicadores clave y de desempeño ambiental edición 2012*. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_12/pdf/Informe_2012.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología. (2012). *Género, ambiente y contaminación por sustancias químicas*. <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/CD001525.pdf>
- Trevisan, C., Devleesschauwer, B., Schmidt, V., Winkler, A. S., Harrison, W., Johansen, M. V. (2017). The societal cost of *Taenia solium* in Tanzania. *Acta Tropica*, 165, 141-154. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2015.12.021>
- Velázquez, E. (2011). *Monografía Municipio: Sombrerete*. Gobierno del Estado de Zacatecas, México. <http://sombrorete.gob.mx/archivos/1326999842.pdf>
- Wallace, T., Gibbons, D., O'Dwyer, M., Curran, T. P. (2017). International evolution of fat, oil and grease (FOG) waste management. A review. *Journal of Environmental Management*, 187, 424-435. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.11.003>
- Wang, H., He, J., Kim, Y., Kamata, T. (2011). *Municipal Solid Waste Management in Small Towns: An economic analysis conducted in Yunnan, China*. Policy Research Working Paper 5767, 1-27. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-5767>



8. Apéndices

Apéndice 1. Cuestionario utilizado en la encuesta para la recopilación de información en las localidades de estudio.

Appendix 1. Questionnaire used in the survey to collect information in the study localities.

Información general: _____

Localidad: _____ **Núm. de encuesta:** _____ **Núm. de habitantes por vivienda:** _____

Pregunta/ Respuestas posibles

1. ¿Aproximadamente cuánto genera de residuos orgánicos (restos de comida) por semana?
a) 0-2 kg b) 3-5 kg c) 5-7 kg d) > 7 kg
2. ¿Cómo dispone los residuos orgánicos (restos de comida)?
a) Alimento para animales propios (cerdos)
b) Alimento para animales de otros propietarios (cerdos)
c) Lo tiro con el resto de la basura
d) Otro (especifique):
3. ¿Qué disposición le da al aceite de cocina usado?
a) Lo tiro b) Lo almaceno c) Lo reutilizo para cocinar d) Otro (especifique):
4. ¿Cómo considera sus actividades respecto a las preguntas anteriores?
a) Correcto b) Incorrecto
5. ¿Qué disposición le da al aceite lubricante usado en maquinaria?
a) Tirarlo b) Almacenarlo c) Quemarlo d) Otro (especifique):
6. ¿Cómo dispone los envases de agroquímicos (pesticidas, herbicidas)?
a) Tirarlos b) Almacenarlos c) Quemarlos d) Otros (especifique):
7. ¿Qué haces con los contenedores de fertilizantes?
a) Tirarlos b) Almacenarlos c) Quemarlos d) Reutilizarlos e) Otros (especifique):
8. ¿Suele leer la etiqueta en los agroquímicos?
a) Sí b) No
9. ¿Considera que la información proporcionada en la etiqueta es suficiente para saber qué hacer y dónde depositar el envase vacío de los agroquímicos?
a) Sí b) No
10. ¿Qué características reconoce que tiene el fertilizante que utiliza (DAP y/o urea)?
a) Corrosivo b) Tóxico c) Otro:
11. ¿Separa los residuos como aluminio, plástico, cartón, papel u otros?
a) Sí b) No



12. Si la respuesta anterior fue afirmativa, ¿con qué frecuencia lo separa? (señale, según sea el caso)

	Siempre	Frecuentemente	Ocasionalmente	Nunca
Plástico	_____	_____	_____	_____
Aluminio	_____	_____	_____	_____
Papel	_____	_____	_____	_____
Cartón	_____	_____	_____	_____
Otros	_____	_____	_____	_____

13. Si la respuesta fue negativa, ¿cuál es la posible razón?

a) El centro de venta es lejano b) Me parece difícil separarlos c) No me interesa d) No lo realizo por pereza

14. ¿Vende residuos como aluminio, cartón, plástico, entre otros?

a) Sí b) No

15. Si la respuesta fue afirmativa, ¿con qué frecuencia lo vende?

	Siempre	Frecuentemente	Ocasionalmente	Nunca
Plástico	_____	_____	_____	_____
Aluminio	_____	_____	_____	_____
Papel	_____	_____	_____	_____
Cartón	_____	_____	_____	_____
Otros	_____	_____	_____	_____

16. ¿Deposita los residuos al tiradero?

a) Sí b) No

17. Si la respuesta anterior fue afirmativa, ¿qué actividades realiza?

a) Solo depósito b) Depósito y quemo c) Quemo en casa y simplemente tiro las cenizas

18. ¿Cómo considera la quema de residuos?

a) Adecuada b) Inadecuada

19. ¿Cómo considera el cuidado del medio ambiente?

a) Muy importante b) Importante c) Poco importante d) Nada importante

20. ¿Le interesaría aprender sobre el correcto manejo de los residuos?

a) Sí b) No

21. Si la respuesta anterior fuese afirmativa, ¿cómo se le facilitaría aprender más sobre el tema?

a) Folletos b) Charlas c) Taller d) Videos e) Audios f) Otros:

