



Title: Study on the generation and composition of household solid waste in Ciudad Valles, S.L.P.

Authors: ACOSTA-PINTOR, Dulce Carolina, VIDAL-BECERRA, Eleazar, MOJICA-MESINAS, Cuitláhuac and CORDOVA-OLGUIN, Yuridia

Editorial label ECORFAN: 607-8695
 BECORFAN Control Number: 2022-01
 BECORFAN Classification (2022): 131222-0001

Pages: 19
 RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.
 143 – 50 Itzopan Street
 La Florida, Ecatepec Municipality
 Mexico State, 55120 Zipcode
 Phone: +52 1 55 6159 2296
 Skype: ecorfan-mexico.s.c.
 E-mail: contacto@ecorfan.org
 Facebook: ECORFAN-México S. C.
 Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings		
Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

Introducción

Según sus características y origen, los residuos en México se clasifican en residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP). Los RSU son los que se generan en las casas habitación al eliminar los materiales empleados en las actividades domésticas, los que provienen de actividades que se desarrollan dentro de los establecimientos o en la vía pública con características domiciliarias, y los resultantes de las vías y lugares públicos siempre que no sean considerados como residuos de otra índole. (LGPGIR, 2003).

El incremento en la generación de RSU está relacionada con las actividades humanas y se potencializa principalmente por factores tales como el aumento de la población, sus cambios en los hábitos de consumo, el deterioro rápido de los productos y la migración a las ciudades (Buenrostro y Bocco, 2003).

Por otro lado, la acumulación de RSU ocasiona factores ambientales de riesgo, asociados a la generación de “biogases” clasificados como gases de efecto invernadero (GEI) (Kiss y Encarnación, 2006). Así mismo, generan lixiviados durante su degradación que representan una fuente de contaminación del suelo y de los cuerpos de agua adyacentes, que pueden provocar

Introducción

problemas de toxicidad, eutrofización y acidificación (Allen, 2001; Torres et al., 2011). Otras problemáticas ambientales son la proliferación de fauna nociva y la consecuente transmisión de enfermedades a la población (Jaramillo, 2002; Hernández-Rejón, 2014).

En México, se han realizado estudios de generación de residuos; principalmente por dependencias de gobierno y por instituciones educativas. Estos se basan en metodologías para estimar la cantidad y los subproductos que se generan, así como la caracterización físico química.

Actualmente, en Ciudad Valles, San Luis Potosí, no se cuenta con algún estudio de dicha índole y bajo este contexto se realizó el presente estudio, que muestra los resultados de la generación, cuantificación de subproductos y caracterización fisicoquímica de los RSU de origen domiciliario, con el propósito que pueda servir de apoyo a las autoridades municipales en actividades de planificación, gestión y aprovechamiento de los mismos.



Relleno sanitario

Metodología



Etapa 1. Muestreo estadístico

Se definió como población las 53,323 viviendas urbanas de Ciudad Valles, S.L.P. reportadas en el Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2020).

Se consideraron los estratos socioeconómicos de esa población de acuerdo a la clasificación de CONEVAL: estratos de baja, mediana y alta marginación.

Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó la

fórmula
$$n = \frac{Z^2_{1-\frac{\alpha}{2}} N \sigma^2}{(N-1)E^2 + Z^2_{1-\frac{\alpha}{2}} \sigma^2}$$

Con un nivel de confianza del 95%, un nivel de error de estimación del 10%, un valor de variación de la población de $0.04 \text{ kg}^2/\text{hab}/\text{d}$ y una desviación estándar de $200 \text{ gr}/\text{hab}/\text{d}$.

La varianza de la población, se estimó de acuerdo a estudios anteriores sobre la generación per cápita de residuos, siendo ésta en el Estado de SLP de $0.663 \text{ kg hab}/\text{d}$, reportada en el Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos (SEMARNAT, 2020).

Se usó la herramienta kmz para visualización de las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB) con los rangos según el porcentaje de pobreza, y con el programa Google Earth se lograron identificar las colonias del Mpio. por estrato (Fig. 1).

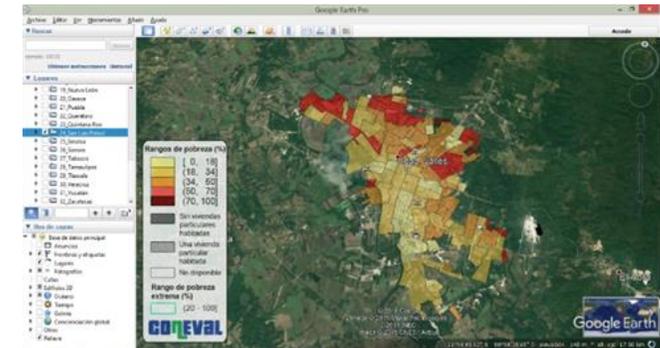


Figura 1: Vista del Municipio de Ciudad Valles en archivo kmz a nivel AGEB en la interfaz Google Earth. Fuente INEGI, CONEVAL, (2015).

Etapa 1. Muestreo estadístico

La selección de viviendas a muestrear, se realizó utilizando una matriz de ponderación con tres criterios de selección: facilidad de acceso, conocimiento de la localidad y situación actual de riesgo. La muestra quedó definida como se aprecia en la Tabla 1.

Estratos	Número de viviendas	%	Número de viviendas a muestrear
Estrato baja marginación (EBM)	12,129	22.75	8
Estrato mediana marginación (EMM)	16,879	31.65	11
Estrato alta marginación (EAM)	24,315	45.60	16
Totales	53,323	100	35

Tabla 1: Muestreo estadístico por estrato socioeconómico. *Fuente propia*

Para el EAM las viviendas seleccionadas se situaron en las colonias: El Consuelo, Emiliano Zapata, Santa Lucía y Vista Hermosa. Para el EMM las viviendas se ubicaron en las colonias: Bugambilias y Nelly Zulaiman. Para el EBM las viviendas seleccionadas se situaron en las colonias Mirador y Rotarios.

Se levantaron los datos de los participantes en una cédula de encuesta de campo y se estableció un procedimiento de muestreo diario para la entrega de bolsas de polietileno identificadas por vivienda, así como los horarios establecidos para la recolección de las muestras (14 al 21 de octubre/2021) y contemplando un primer día para operación limpieza en cada vivienda y en los siete días posteriores la recogida.

Etapa 2. Recolección y cuantificación de residuos sólidos domésticos

Recolectados en los domicilios, los RSU fueron trasladados al TecNM Campus Ciudad Valles, para la determinación de la generación, la composición física y su caracterización físico química. Se tomaron datos iniciales como fueron el peso total por vivienda y considerando el total de personas que intervinieron en el muestreo por estrato, se obtuvo la generación per cápita diaria promedio (kg/hab/d).

Por estratos se aplicó el procedimiento de la norma NMX-AA-015-1985 Residuos sólidos municipales, método de cuarteo (SECOFI, 1985) con ayuda de herramientas manuales para trocear y homogeneizar los residuos.

De las cuatro partes obtenidas, se tomaron dos opuestas para determinar el peso volumétrico de acuerdo a la norma NMX-AA-019-1985 (SECOFI, 1985). Se usó la

fórmula $V = \pi r^2 h$ para obtener el volumen del recipiente usado y con la ayuda de una báscula TORREY Modelo L-EQ se pesaron los residuos y se obtuvo el peso volumétrico por estrato a través de la formula $Pv = P/V$.

Con las otras dos partes, se realizó la selección y cuantificación de subproductos de acuerdo a la norma NMX-AA-022-1985 (SECOFI, 1985). Se pesaron los subproductos (P_i) y se calculó el porcentaje de cada uno en relación al peso de las últimas dos partes resultantes del cuarteo (W_q), de acuerdo a la fórmula:

$$\% \text{ Subproducto} = P_i / W_q * 100.$$

Etapa 3. Caracterización físico química de los residuos sólidos domésticos

Se realizó el análisis proximal en el Laboratorio de Química del TecNM Campus Ciudad Valles a las muestras de residuos por estratos; determinando humedad, cenizas, materia orgánica, y porcentajes de C, H, O, N y S a través de métodos gravimétricos.



Análisis gravimétricos

Resultados

En la Tabla 2, se presentan las cantidades de residuos sólidos domiciliarios usados para la cuantificación de los mismos mediante el método de cuarteo a través de la norma NMX-AA-015-1985, por cada uno de los estratos:

	Estrato de Baja Marginación	Estrato de Mediana Marginación	Estrato de Alta Marginación
	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)
Cantidad recolectada	30.63	26.81	77.89
Cantidad destinada para peso volumétrico	16.24	13.62	37.73
Cantidad destinada para análisis de laboratorio	2.57	3.02	1.00
Cantidad destinada para selección y cuantificación de subproductos	8.62	7.95	9.54

Tabla 2: Cantidades usadas para la cuantificación de los RSU domiciliarios por estrato. Fuente propia.

En la Tabla 3, se muestra la generación per cápita de RSU domiciliarios de la zona urbana de Ciudad Valles, así como el peso volumétrico de estos residuos para cada estrato.

	Estrato de Baja Marginación	Estrato de Mediana Marginación	Estrato de Alta Marginación	Promedio
<i>Generación per cápita domiciliaria en zona urbana (kg/hab/d)</i>	0.828	0.725	0.980	0.844
<i>Peso volumétrico (kg/m³)</i>	159.0	207.8	141.1	169.3

Tabla 3: Generación per cápita y peso volumétrico de los RSU domiciliarios por estrato. Fuente propia

Resultados

En cuanto a la generación:

La generación per cápita domiciliaria de la zona urbana en Ciudad Valles, S.L.P. en promedio es de 0.844 kg/hab/d, cifra que se encuentra por encima del indicador nacional reportado en el Diagnostico Básico de la Gestión Integral de Residuos (DBGIR, 2020); que es de 0.653 kg/hab/d. Se considera que esta diferencia puede obedecer a que el dato de Ciudad Valles considera solo a la zona urbana cuya población es mayor a los 170,000 habitantes y el dato nacional procede de un análisis que incluye distintos estratos socioeconómicos en las diferentes áreas regionales urbanas y rurales.

Con respecto a la generación por estrato socioeconómico, fue el estrato de alta marginación el que presentó la mayor generación per cápita y el de mediana marginación el que presentó la menor. Estos resultados confirman la estratificación socioeconómica de las viviendas en la Ciudad, pero no la relación del ingreso económico de la vivienda con la generación y composición de los residuos sólidos. No existe un consenso sobre la influencia de variables socioeconómicas en la generación de residuos sólidos.

Por un lado, hay autores que reportan que no existe una relación estadística entre el ingreso y la tasa de generación de residuos, aunque si se muestran diferencias en la composición de los residuos sólidos (Getahun et al., 2012), (Monavari et al., 2012). Así mismo, Xue et al. (2011) reportan que el producto interno bruto (PIB) no

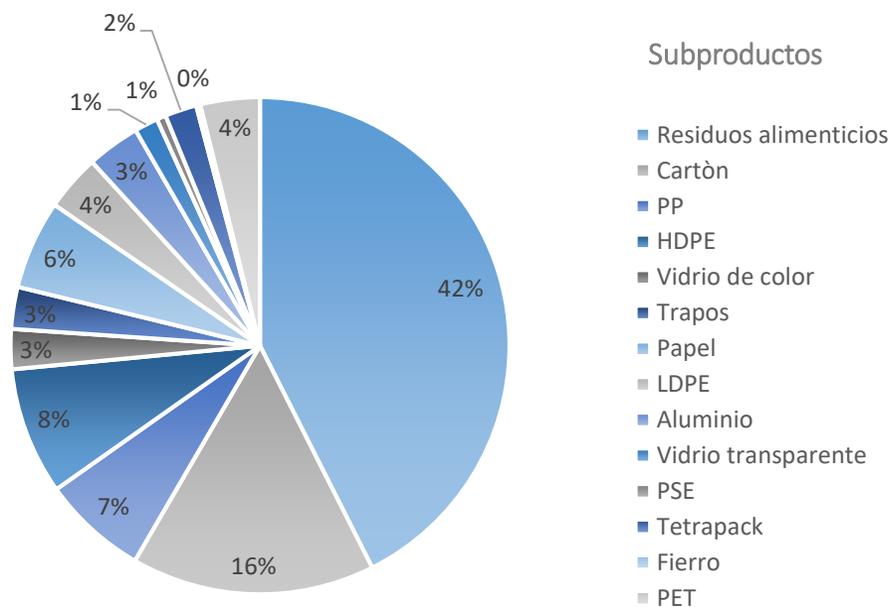
Resultados

tiene correlación significativa con la producción. Por otro lado, existe un amplio consenso en relación a que los estratos de población de altos ingresos generan más residuos sólidos (Gómez et al. (2009) y (Ogwueleka, 2013), y también que el contenido de la fracción orgánica es mayor en países en desarrollo (Akinci et al. 2012) y en las áreas rurales.

Ahora, respecto al peso volumétrico, el promedio de los tres estratos fue de 169.305 kg/m³, valor por encima del peso promedio nacional que es 140.447 kg/m³ (DBGIR,2020). Cabe hacer notar, que el estrato de mediana marginación, fue el que más se alejó del promedio nacional (207.8 kg/m³); situación que puede atribuirse a que en este estrato hubo una mayor cantidad de residuos de jardinería, como hojas, que acumularon mayor humedad y registraron un mayor peso.

Resultados

En cuanto a la composición:

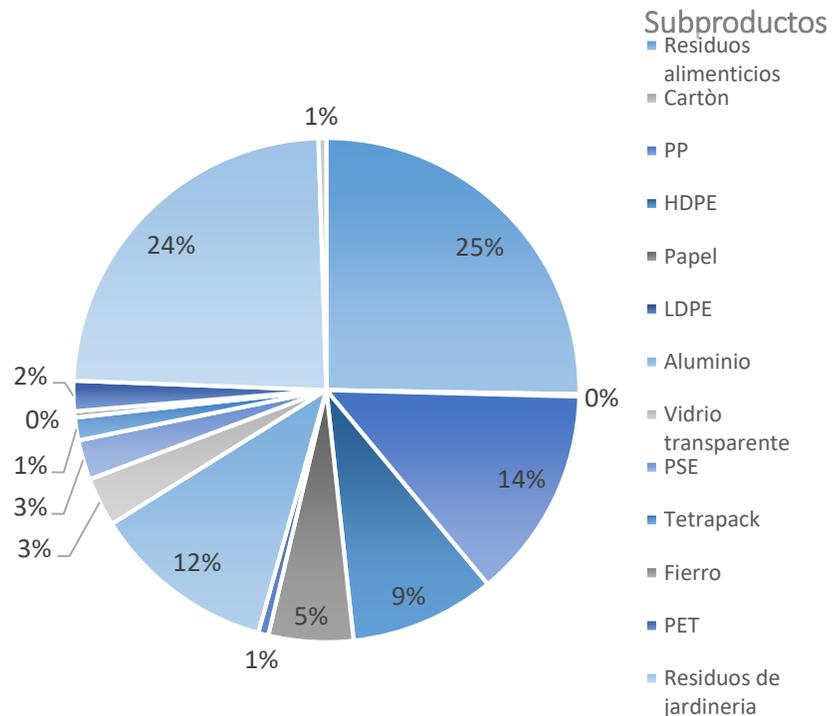


En el caso del EAM, los subproductos de residuos alimenticios conformaron el 42% del total de los residuos cuantificados, el cartón un 16%, los plásticos de alta densidad un 8%, los plásticos de polipropileno un 7%, el papel un 6%, los plásticos PET un 4% y el resto de otros residuos.

Gráfica 1. Composición de residuos (%) en EAM.

Fuente: propia

Resultados

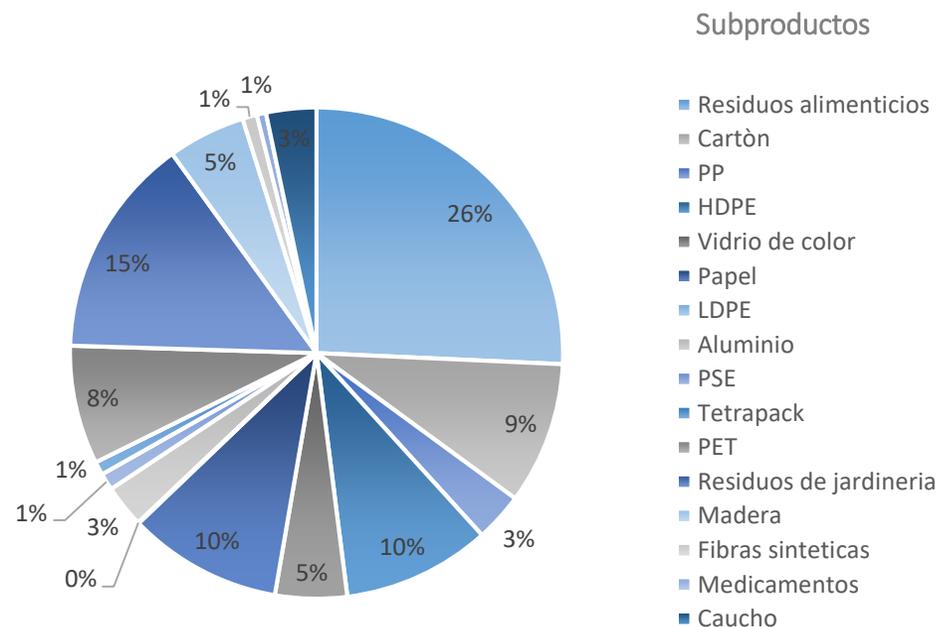


Para el EMM, los subproductos de residuos alimenticios constituyeron el 25%, alrededor del 24% fueron residuos de jardinería, los plásticos de polipropileno un 14%, el aluminio un 12%, los plásticos de alta densidad 9%, el papel un 5%, el vidrio un 3%, los plásticos de poliestireno expandido un 3%, los plásticos de PET un 2%, y el resto de otros residuos.

Gráfica 2. Composición de residuos (%) en EMM.

Fuente: propia

Resultados



Para el caso del EBM, la composición de los subproductos fue el 26% de residuos alimenticios, el 15% de residuos de jardinería, el 10% de papel, el 10% de plásticos de alta densidad, el 9% de cartón, el 8% de plásticos PET, el 5% de madera, el 5% de vidrio de color y el resto de otros residuos.

Gráfica 3. Composición de residuos (%) en EBM.

Fuente: propia

Resultados

Los resultados de la caracterización físico química se presentan en la Tabla 4:

Análisis físico químico	Porcentaje (%)
Humedad	52.48
Sólidos totales	47.51
Humedad de trabajo	6.11
Cenizas	11.16
Materia orgánica	61.28
Carbono	35.54
Hidrógeno	4.08
Oxígeno	20.99
Nitrógeno	0.66
Azufre	0.2
Contenido calórico (KJ/kg)	12000.1

Tabla 4. Resultados de la caracterización físico química a residuos. Fuente: propia

Se puede observar que los residuos contienen un alto porcentaje de humedad en promedio 52.48%, esto derivado de la alta composición de residuos orgánicos que aportan un mayor porcentaje de agua. El porcentaje de materia orgánica fue de 61.28% ya que predomina la presencia de material orgánico principalmente por los residuos alimenticios y de jardinería. El contenido de cenizas fue 11.16% que está relacionado con la materia orgánica. El resultado de Nitrógeno fue de 0.66% y el poder calorífico calculado de manera teórica fue de 12,000 KJ/kg, que se debe principalmente a las cantidades presentes de carbono e hidrógeno.

Conclusiones

El análisis de la composición de los RSU domiciliarios deja ver una oportunidad interesante de valorización a través del compostaje debido a que las fracciones orgánicas son las de mayor porcentaje; en el EAM alrededor del 42%, en el EMM un 49% y en el caso del EBM un 41%, correspondientes a residuos alimenticios y de jardinería. Así mismo, se nota una diversidad en la generación de plásticos (PP, PS-E, HDPE, PET), papel, cartón, vidrio y aluminio.

La mayor generación de plásticos resultó en el EMM con un 28%, en el EAM con un 19% y un 18% para el caso del EBM.

El residuo de cartón fue identificado en los estratos de alta marginación y baja marginación con un 16% y 9% respectivamente. La generación de papel se identificó en todos los estratos, con un 6% para el EAM, un 5% para el EMM y un 10% para el EBM.

En el caso de metales, el aluminio representó el 12% en el EMM y el 3% en los estratos EAM y EBM. El vidrio fue un residuo generado en un 3% para los casos de los estratos de alta y mediana marginación, y para el estrato de baja marginación en un 5%.

Conclusiones

En la caracterización físico química se obtuvo que los porcentajes de humedad, sólidos totales y materia orgánica de las muestras son muy uniformes, debido al alto porcentaje de subproductos de residuos alimenticios detectados en cada uno de los estratos.

Actualmente estos residuos, llegan al relleno sanitario sin previa separación, y son recolectados in situ por los pepenadores para su venta posterior. Esta situación, genera costos de operación que el traslado de los residuos implica y la disminución de la vida útil del relleno sanitario. Por ello, es necesaria la colaboración entre el Municipio y la academia, para seguir realizando estudios que proporcionen datos para la definición de estrategias de gestión de residuos pertinentes en pro de la economía, el ambiente y, por ende, un mejor nivel de vida de la población, y así coadyuvar en el correcto manejo de los residuos sólidos.

Referencias

- Araiza A., J. A., Chávez M., J. C., & Moreno P., J. A. (2017). Cuantificación de residuos sólidos urbanos generados en la cabecera municipal de Berriozábal, Chiapas, México. *Revista Internacional De Contaminación Ambiental*, 33(4), 691–699.
- Ayuntamiento de Ciudad Valles (2019). Plan Municipal de Desarrollo de Ciudad Valles 2018-2021. Recuperado el 11 de noviembre 2021. <https://slp.gob.mx/cefim/Documentos%20compartidos/PMD/2018-2021/PMD%202018-2021%20Ciudad%20Valles.pdf>
- Buenrostro O. y Bocco G. (2003). Solid waste management in municipalities in Mexico: goals and perspectives. *Resour. Conserv. Recy.* 39 (3), 251-263.
- Calva C. y Rosas R. (2014). Diagnóstico de la gestión de residuos sólidos urbanos en el Municipio de Mexicali, México: retos para el logro de una planeación sustentable. *Información Tecnológica* 25 (3), 59-72.
- SEMARNAT (2020). Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos. Recuperado el 28 abril del 2022. <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/diagnostico-basico-para-la-gestion-integral-de-los-residuos-2020>.
- García R., J.F. (2010). La gestión de los residuos sólidos urbanos no peligrosos en el municipio de San Luis Potosí: el caso de Red Ambiental y Relleno Sanitario, S. A. de C. V. [Tesis de Maestría]. Colegio de San Luis, A.C. México. Repositorio institucional <http://colsan.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1013/349>.

Referencias

- Gómez G., Meneses M., Ballinas L. y Castells F. (2009). Characterization of urban solid waste in Chihuahua, Mexico. *Waste Manage.* 28 (12), 2465–2471.
- INEGI (2020). Censo de Vivienda. Recuperado el 30 mayo 2022. <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/slp/poblacion/>.
- Kiss y Encarnación (2006). SEMARNAT. Recuadro/ Consecuencias ambientales y en la salud de la disposición inadecuada de los residuos sólidos urbanos. México.
- Martínez S., A.K. (2018). Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los residuos sólidos urbanos en Real de Catorce, San Luis Potosí. [Tesis de Licenciatura]. Instituto Politécnico Nacional. Repositorio Institucional <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/26472>. México.
- Monavari S.M., Omrani G.A., Karbassi A. y Raof F.F. (2012). The effects of socioeconomic parameters on household solid-waste generation and composition in developing countries (a case study: Ahvaz, Iran). *Environ Monit Assess.* 184 (4), 1841-1846.
- Saldaña D., C. E., Hernández R., I. P., Messina F., S., & Pérez P., J. A. (2013). Caracterización física de los residuos sólidos urbanos y el valor agregado de los materiales recuperables en el Vertedero el Iztete, de Tepic-Nayarit, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 29, 25–32.
Recuperado de <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/43521>.

Referencias

- SECOFI (1985). Norma Mexicana NMX-AA-015-1985. Protección al ambiente – Contaminación del suelo – Residuos sólidos municipales – Muestreo – Método de cuarteo. Recuperado el 01 de octubre 2021. DOF. <https://www.dof.gob.mx/#gsc.tab=0>
- SECOFI (1985). Norma Mexicana NMX-AA-019-1985 Protección al ambiente – Contaminación del suelo – Residuos sólidos municipales – Peso volumétrico “In situ”. Recuperado el 01 de octubre 2021. DOF. <https://www.dof.gob.mx/#gsc.tab=0>
- SECOFI (1985). Norma Mexicana NMX-AA-022-1985 Protección al ambiente – Contaminación del suelo – Residuos sólidos municipales – Selección y cuantificación de subproductos. Recuperado el 01 de octubre 2021. DOF. <https://www.dof.gob.mx/#gsc.tab=0>
- SECOFI (1985). Norma Mexicana NMX-AA-61-1985- Protección al ambiente-contaminación del suelo-residuos Sólidos municipales-determinación de la generación. Recuperado el 01 de octubre 2021. DOF. <https://www.dof.gob.mx/#gsc.tab=0>
- Tchobanoglous, G. (1994). Gestión integral de residuos sólidos. España: McGraw-Hill, 1994.
- Xue B., Geng Y., Ren W., Zhang Z., Zhang W., Lu C. y Chen X. (2011). An overview of municipal solid waste management in Inner Mongolia Autonomous Region, China. *J Ma Cyc Was Manage.* 13 (4), 283-292.



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BECORFAN is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/booklets)