



CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN DOS COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE IXTACUIXTLA, TLAXCALA, MÉXICO

Characterization of solid waste in two communities from Ixtacuixtla, Tlaxcala, México

*Chamizo S¹, J Suárez¹, JAR Grada², A Chamizo², MA Suárez²,
P Sánchez³ & M Rodríguez³*

¹Laboratorio de Recursos Naturales. Facultad de Agrobiología. Universidad Autónoma de Tlaxcala. Km. 10.5 Autopista San Martín, Ixtacuixtla, Tlaxcala, México. ²Laboratorio de Agroecología. Facultad de Agrobiología. Universidad Autónoma de Tlaxcala. Km. 10.5 Autopista San Martín, Ixtacuixtla, Tlaxcala, México. ³Tesista de Licenciatura en Biología. Facultad de Agrobiología. Universidad Autónoma de Tlaxcala. Km. 10.5 Autopista San Martín, Ixtacuixtla, Tlaxcala, México. Correo electrónico: jsuarezs71@gmail.com

RESUMEN

Con el objetivo de generar propuestas en el manejo de residuos sólidos, que puedan ser aplicadas en comunidades rurales del estado de Tlaxcala, y minimizar la generación de residuos sólidos estableciendo alternativas que permitan alargar el ciclo de vida de los sitios de disposición final, se realizó un estudio en las comunidades de San Diego Xocoyucan y San Antonio Tizostoc, del municipio de Ixtacuixtla, Tlaxcala, México. La generación de residuos sólidos municipales se estimó de acuerdo a la NMX-AA-61-1985 en 450 viviendas seleccionadas aleatoriamente de estas comunidades. Los resultados obtenidos permiten inferir que se puede reducir hasta en un 85% la disposición de residuos sólidos en los camiones recolectores, estableciendo centros de acopio locales para plástico, vidrio, cartón, aluminio, fierro y acero inoxidable, además de utilizar los residuos orgánicos como alimento de animales de traspaso y elaboración de fertilizantes orgánicos, entre otros.

Palabras clave: residuos sólidos municipales, residuos potencialmente reciclables, contaminación ambiental.

ABSTRACT

In order to generate solid waste management proposals, which can be applied in rural communities of Tlaxcala State, to minimize solid waste generation and establish alternatives for extend the life cycle of landfills, a study was conducted in San Diego Xocoyucan and San Antonio Tizostoc communities. The municipal solid waste generation was estimated according to the NMX-AA-61-1985, in 450 random homes from these places. The results allow infer that can be reduced by up to 85% disposal

of solid waste collection trucks, establishing local collection centers for plastic, glass, cardboard, aluminum, iron and stainless steel, in addition to using organic waste as animal feed and backyard production of organic fertilizers, among others.

Keywords: municipal solid waste, potentially recyclable waste, environmental pollution.

INTRODUCCIÓN

La producción de residuos sólidos urbanos (RSU) ha aumentado en todo el mundo como consecuencia del incremento de la población, las actividades humanas y el desarrollo de la tecnología. Adicionalmente, la gestión en la disposición y control de los RSU es compleja debido a la variedad y cantidad de desechos, a un sistema de recolección ineficiente, a la inadecuada disposición final, a bajos presupuestos asignados al manejo de los residuos, impactos al ambiente, falta de participación ciudadana y a los patrones de consumo de la sociedad (Saldaña et al. 2013).

Los impactos negativos potenciales del mal manejo de los residuos en el ambiente son diversos: afectan la calidad del aire por emisiones de metano, dióxido de carbono, dioxinas, sulfuro de hidrógeno y furanos; producto de la quema no controlada en basureros (principal fuente de emisiones de estos compuestos orgánicos persistentes o COP). Así mismo, alteran las propiedades físicas, químicas y de fertilidad del suelo; provocando contaminación por presencia de aceites, grasas, metales pesados y ácidos, activación del proceso erosivo y cambio de topografía. Finalmente afectan la calidad del agua superficial y subterránea por procesos de lixiviación y arrastre (Terraiza 2009).

Actualmente, los temas relacionados con el manejo y caracterización de residuos sólidos resultan de gran interés para muchos investigadores. Algunos estudios se enfocan principalmente a determinar las tasas de generación de residuos sólidos, así como identificar los materiales que se generan en

mayor proporción (Munizaga & García 2013, Taboada et al. 2013, Castillo & De Medina 2014). Otros estudios centran su interés en evaluar las prácticas en el manejo de residuos sólidos y concluyen que en muchos lugares de México, la concepción del servicio de gestión integral de residuos sólidos urbanos aún no sufre al sistema tradicional de “recolección y limpia” (Rodríguez 2008). Además algunas dependencias como SEMARNAT (2010), analizaron las tasas de recolección de los residuos sólidos, así como su disposición final, encontrando que en el 2004 se generaron aproximadamente 94 800 toneladas diarias de RSU en México, de las cuales se recolectaron el 87 % y el 64 % se depositó en 88 rellenos sanitarios y 21 sitios controlados, mientras que el resto se depositó en tiraderos a cielo abierto, barrancas o bien en cualquier otro sitio sin control. Se desconoce la cantidad exacta de RSU que se envían a algún tipo de aprovechamiento, ya que una gran parte de ellos se sustraen a lo largo de su manejo a través de la pepena. No obstante, se estima que entre 8 y 12 % del total de residuos generados, se acopian durante su manejo para reúso y reciclaje (Gutiérrez 2006).

Entre las diferentes corrientes de residuos que se generan hoy en día, los residuos domésticos presentan una gran complejidad para su correcta gestión, debido principalmente a los diversos materiales de los que están compuestos, la intensidad y dispersión de los puntos de generación y a su variabilidad de carácter estacional o festivo. Para cuantificar la generación de residuos domésticos se ha empleado tradicionalmente el concepto de tasa de generación per cápita, que relaciona el

peso de los residuos generados por cada habitante por unidad de tiempo (por ejemplo, kg generados por habitante y año), este ha sido el parámetro más comúnmente empleado por las agencias ambientales para comparar la situación de distintas comunidades. Habitualmente esta tasa se evalúa a partir de la cantidad de residuos generados en un año, dividiéndola entre el tamaño de la población considerada. Conociendo la tasa de generación de residuos per cápita se puede estimar la cantidad de residuos generada en el lugar, en función de su población. Esto permite abordar los planes de gestión y hacer unas primeras estimaciones de las capacidades necesarias en los distintos equipamientos de gestión de residuos (Munizaga & García 2013).

La legislación ambiental de México establece que los municipios son responsables de realizar una gestión integral de los residuos sólidos urbanos, que contemple una planeación estratégica en la que es indispensable contar con información confiable de la generación y composición de los RSU. Esta información debe ser obtenida a través de muestreos directos, cuyos hallazgos son importantes para tener en cuenta en conjunto con las pruebas estadísticas. Sin embargo, la información disponible es muy dispersa y desequilibrada. Actualmente, el manejo de los RSU es de gran preocupación debido a que los rellenos sanitarios están alcanzado su capacidad límite (Castillo & De Medina 2014, Martínez et al. 2010).

En este sentido, el propósito de esta investigación es generar propuestas en la gestión de residuos sólidos, que puedan ser aplicadas en comunidades rurales del municipio de Ixtacuixtla y del estado de Tlaxcala, para generar alternativas que permitan alargar el ciclo de vida de los sitios de disposición final de los mismos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en dos comunidades del municipio de Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, Tlaxcala, México (Fig. 1). San Diego Xocoyucan, que tiene una población de 3 628 habitantes distribuida en 885 viviendas y San Antonio Tizostoc, que tiene una población de 1997 habitantes distribuida en 478 viviendas (INEGI 2010).

La estimación de la generación de residuos sólidos municipales se realizó de acuerdo a la NMX-AA-61-1985. Se enumeraron las viviendas y se seleccionaron aleatoriamente 150 viviendas de la comunidad de Tizostoc y 300 viviendas de la comunidad de Xocoyucan, que representan más del 30% del universo de trabajo. Se visitaron las viviendas para explicarles las razones del muestreo a realizar y solicitar su aprobación para participar en el proyecto.

Para la cuantificación y clasificación de residuos sólidos, se informó a las personas de las viviendas seleccionadas del procedimiento para realizar la separación de residuos y se les proporcionaron cuatro bolsas de plástico etiquetadas previamente, para que depositaran los residuos de materia orgánica, materia inorgánica (plástico, vidrio, aluminio, cartón, fierro y acero inoxidable), residuos biológico-infecciosos y materiales peligrosos, respectivamente. Se recolectaron, pesaron y clasificaron los residuos depositados durante ocho días y se descartaron los resultados del primer día. El rechazo de observaciones sospechosas se realizó con el criterio de Dixon. Con esta información se estimó la generación per cápita diaria de residuos sólidos y se determinó la cantidad total de residuos sólidos generados por localidad. Adicionalmente a cada vivienda muestreada se aplicó una encuesta dirigida, para conocer la percepción de los habitantes sobre la problemática de los residuos sólidos.

Para comparar la generación diaria de residuos sólidos entre las comunidades, se realizó la prueba de promedios normalizados (z), con nivel de significancia de 0.05.

Con la información obtenida se generaron propuestas que permitan reducir la disposición final de residuos sólidos de las Comunidades, reportando los porcentajes de minimización que se lograrían en cada una de las propuestas planteadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La generación diaria de residuos sólidos en la comunidad de Xocoyucan fue de 0.579 kg hab⁻¹ y de 0.541 kg hab⁻¹ en Tizostoc, sin mostrar diferencias estadísticas entre comunidades. Estos valores son menores a los reportados por Taboada (2013) para la comunidad de Ensenada y Munizaga y García (2013) para una comunidad Española (1.1 kg hab⁻¹ día⁻¹). La generación de materia orgánica y

plástico, fue estadísticamente mayor en Xocoyucan que en Tizostoc; consideramos que este comportamiento se debe a que Tizostoc es una zona menos urbanizada que Xocoyucan, donde aún utilizan los residuos orgánicos para alimentación de animales de traspatio, elaboración de composta, entre otros. Por otro lado, la generación de residuos plásticos es proporcional al grado de urbanización (SEMARNAT 2010). El vidrio y aluminio fue estadísticamente menor en Xocoyucan que en Tizostoc. Este comportamiento se debe a que en las zonas más urbanizadas existe acopio de estos residuos, porque representan un considerable valor económico (ídem). La generación de fierro y acero inoxidable, cartón, residuos peligrosos y material biológico infeccioso, no presentó diferencias estadísticas entre las zonas estudiadas (Tabla 1 y 2).

En la comunidad de Tizostoc la generación de materia orgánica, plástico y vidrio, son los residuos que manifiestan los valores más altos, juntos representan el 69 % del total

TABLA 1. GENERACIÓN PROMEDIO DIARIA Y CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA COMUNIDAD DE SAN ANTONIO TIZOSTOC, IXTACUIXTLA, TLAXCALA (ESTIMADOS CON LA NMX-AA-61-1985).

Average daily generation and characterization of solid waste in the San Antonio Tizostoc community, Ixtacuixtla, Tlaxcala (with the NMX-AA-61-1985)

Generación de residuos sólidos	Materia orgánica	Materia inorgánica en kg					Residuos peligrosos	Material biológico infeccioso
		plástico	vidrio	aluminio	fierro y acero inoxidable	cartón		
per cápita (kg hab ⁻¹ día ⁻¹)	0,15	0,09	0,14	0,03	0,01	0,05	0,03	0,05
Total 3628 h	289,07	175,27	270,80	59,81	12,04	102,17	53,58	107,57
% generación	27	16,4	25,3	5,6	1	9,6	5	10
Generación promedio diaria de residuos sólidos en la comunidad = 1.070 Kg = 1,07 t diarias								

TABLA 2. GENERACIÓN PROMEDIO DIARIA Y CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA COMUNIDAD DE SAN DIEGO XOCOYUCA, IXTACUIXTLA, TLAXCALA (ESTIMADOS CON LA NMX-AA-61-1985).

Average daily generation and characterization of solid waste in the San Diego Xocoyucan community, Ixtacuixtla, Tlaxcala (with the NMX-AA-61-1985).

Generación de residuos sólidos	Materia orgánica	Materia inorgánica en kg					Residuos peligrosos	Material biológico infeccioso
		plástico	vidrio	aluminio	hierro y acero inoxidable	cartón		
per cápita (kg hab ⁻¹ día ⁻¹)	0,207	0,193	0,017	0,002	0,005	0,048	0,102	0,05
Total 3628 h	751	700,20	61,68	7,26	18,14	174,14	388,0	0
% generación	35,8	33,3	2,9	0,3	0,9	8,3	18,5	0
Generación promedio diaria de residuos sólidos en la comunidad = 2.100.612 Kg = 2,1 t diarias								

de residuos generados. En la comunidad de Xocoyucan la generación de materia orgánica y el plástico, representan el 70% del total de residuos generados (Tabla 1 y 2).

Estos resultados nos permiten inferir, que con el acopio de residuos reciclables como el plástico, vidrio, cartón, aluminio, hierro y acero inoxidable, permitiría reducir la disposición final de residuos sólidos en un 46 y 58%, en Xocoyucan y Tizostoc, respectivamente (Cuadro 1 y 2). La materia orgánica representó el 27 y 36% (en Tizostoc y Xocoyucan) de la generación de residuos, la cual fue estadísticamente menor al promedio nacional (53%) (Marmolejo et al., 2009), esto es debido al manejo que actualmente las comunidades le dan a este tipo de residuos; retomando este manejo se propone que se utilice como alimento para la cría de animales o se elaboren fertilizantes orgánicos, los cuales pueden ser aplicados en jardines o incluso en tierras de cultivo para mejorar la calidad del suelo. Con el acopio de residuos reciclables y el aprovechamiento de la materia orgánica se puede reducir hasta en un 85% la disposición

de residuos sólidos en los camiones recolectores y de esta manera prolongar la vida útil de los rellenos sanitarios.

Con relación a la percepción de los encuestados en las comunidades de estudio, el 90% conoce sobre la contaminación que causan los residuos sólidos y los problemas de salud que pueden generar, sin embargo, no realizan acciones para disminuir los efectos negativos ambientales y de salud que provocan. Aunque consideran que conocen la clasificación de los residuos sólidos, en la práctica necesitaron asesoría antes de poder hacer la separación correcta. Así mismo, declararon que separan frecuentemente sus residuos sólidos en orgánicos e inorgánicos, el 40% siempre los separan, el 49% algunas veces y el 11% nunca. De los que separan sus residuos orgánicos el 46% se los dan a sus animales como alimento y el 41% lo tiran a sus terrenos de cultivo y el 13% le dan otros usos. El 89% de los encuestados manifestó conocer una composta, sin embargo, desconocen el procedimiento para su correcta elaboración.

Las baterías son consideradas un residuo peligroso por los encuestados, pero el 68% de estos las tiran al camión recolector y solo el 32% las separan y las llevan a un centro de acopio adecuado para su disposición final. Los encuestados consideran que los residuos sólidos son un problema que todos debemos resolver y están de acuerdo en apoyar si se implementara un programa de recolección diferenciada en orgánicos e inorgánicos para disminuir los problemas ambientales y de salud que provocan estos.

Un programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos para estas comunidades deberá involucrar a todos los sectores de la población en las acciones a emprender; lo cual sugiere sistematizar actividades, definir funciones y responsabilidades de los participantes, generar información y llevar a cabo una gestión transparente en la toma de decisiones y en el ejercicio de los recursos. Impartir talleres de educación ambiental a la población y en las escuelas, para informar de los beneficios que se logran al realizar la separación de residuos sólidos. Posteriormente se debe entregar a cada una de las viviendas información clara y precisa para separar los residuos.

LITERATURA CITADA

- CALLEJÓN AJ, A CARREÑO, HJ SÁNCHEZ & J PÉREZ (2010) Evaluación de impacto ambiental de centro de transformación y gestión de residuos sólidos agrícolas en la provincia de Almería (España). *Informes de la Construcción* 62(518): 79-93.
- CASTILLEJOS A (2010) Desarrollo de un plan de manejo de residuos sólidos urbanos para el Municipio de El Espinal, Oaxaca. Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional, México, D. F.
- CASTILLO A & M DE MEDINA-SALAS (2014) Generación y composición de residuos sólidos domésticos en Localidades urbanas pequeñas en el estado de Veracruz, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 30: 81-90.
- DURAN A, M GARCÉS RODRÍGUEZ, AR VELASCO, JC MARÍN, R GUTIÉRREZ, A MORENO & NA DELGADILLO (2012) Mexico City's Municipal solid waste characteristics and composition analysis. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 29: 39-46.
- GAVIRIA L & S SOTO CORDOBA (2007) Situación de la gestión de residuos sólidos en una comunidad rural de México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*: 29: 43-48.
- GUTIÉRREZ VJ (2006) Diagnóstico básico para la gestión de residuos sólidos. INE-SEMARNAT (ed.): 112. Ciudad de México, D. F.
- MARMOLEJO LF, P TORRES, ER OVIEDO, DF BEDOYA, CP AMEZQUITA, R KLINGER & LF DÍAZ (2009) Flujo de residuos: Elemento base para la sostenibilidad del aprovechamiento de residuos sólidos municipales. *Ingeniería & Competitividad* 11: 79-93.
- MARTÍNEZ A, P MARTÍNEZ & FJ RANGEL (2010) La gestión de residuos sólidos urbanos. Tres recursos metodológicos para su análisis. *Tlatemoani Revista Académica de Investigación* 2: 1-10.
- MUNIZAGA JA, & A GARCÍA (2013) Generación de residuos domésticos y su variabilidad en comunidades de tamaño intermedio. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*: 29: 9-17.
- INEGI (2010) Censo de Población y vivienda 2010. Censos y Conteos: Tabulados básicos. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx>. Consultado 18/11/2014.
- RODRÍGUEZ A (2008) Gestión Local e Intergubernamental de los Residuos Sólidos Urbanos: Una evaluación de las "buenas prácticas" en los municipios mexicanos. Tesis de Maestría, CICESE, Tijuana, B. C., México.
- SALDAÑA C, I HERNÁNDEZ, S MESSINA & JA PÉREZ (2013) Caracterización física de residuos sólidos urbanos y el valor agregado de los materiales recuperables en vertedero El Iztete de Tepic-Nayarit, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*: 29:

25-32.

SEMARNAT (2010) Estudio de análisis, evaluación y definición de estrategias de solución de la corriente de residuos generados por electrodomésticos al final de su vida útil. Ciudad de México, D. F.

TABOADA P, Q AGUILAR, S CRUZ & MERAMÍREZ (2013) Manejo y potencial de recuperación de residuos sólidos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*: 29: 43-48.

TERRAZA H (2009) Manejo de Residuos Sólidos. Lineamientos para un servicio integral, sustentable e inclusivo. Banco Inter-Americano de Desarrollo, Departamento de Infraestructura y Medio Ambiente. Nota Técnica N° IDB-TN-101, Washington, D. C. 58 pp.

Recibido 14/12/2015; aceptado 20/6/2016