

Condiciones operacionales en los centros de acopio de residuos sólidos urbanos

*Otoniel Buenrostro-Delgado**

Resumen: En la ciudad de Morelia, en el centro-occidente de México, el servicio de recolección de residuos sólidos urbanos (RSU) se brinda a través de dos modalidades: el municipal y el concesionado a 10 asociaciones diferentes. Recientemente las asociaciones de recolectores construyeron centros de acopio para separar y almacenar materiales susceptibles de aprovechamiento (MSA) de los RSU. El objetivo general de este trabajo fue conocer las condiciones de operación de estos centros y cuantificar las cantidades de MSA separados. Para esto se aplicó una encuesta a los encargados de los centros de acopio que incluyó la forma de operación, número de unidades que ingresan por día, infraestructura, cantidad y tipo de materiales separados, así como los mercados de comercialización. Además, se analizó la composición de los RSU previa y después de la separación de MSA de acuerdo con las normas oficiales mexicanas.

Los resultados de la encuesta indicaron que las asociaciones de recolectores establecen estos centros para separar y almacenar MSA recolectados. Mayoritariamente, las instalaciones no cuentan con condiciones sanitarias adecuadas y de seguridad para el personal que labora, ni de ubicación, y sí representan un riesgo para la población asentada en las vecindades de estos sitios. No obstante, el funcionamiento de estos centros redundó en una disminución de la cantidad de RSU a disponer en el relleno sanitario y del incremento de la separación de MSA y del ingreso económico por la venta de estos materiales.

* Otoniel Buenrostro-Delgado. Doctor en Ciencias por la Universidad Nacional Autónoma de México. Investigador del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3411-8165>. Correo electrónico: otonielb@umich.mx

Palabras clave: materiales, reciclable, recolección, recuperación, separación.

Operational conditions in urban solid waste collection centers

Abstract: In Morelia city, in central-western Mexico, the collection service of municipal solid wastes (MSW) is provided by two modes: municipal and granted to 10 different associations. Recently, the associations built collection centers to separate and store recyclable materials (RM) from MSW. The overall objective of this paper was to determine the operating conditions of these centers and quantify the amounts of RM separated.

A survey was applied to the managers of the collection centers that included the schedule of operation, number of units entering per day, infrastructure, amount and type of materials separated and trading markets. An analysis of generation according to the Official Mexican Norms was applied, prior and after separation of recyclables materials. The results of the survey show that collectors established these centers to separate and store the RM. However, the facilities do not have adequate settings to ensure healthy and safety conditions of people performing the separation of materials, nor the location of these centers complies the standards of a collection center and represents a risk for the population living around of these sites. Despite this, the operation of these centers redounded in a decrease in the amount of MSW landfilled, increased separation of RM and the income for collectors from the trade of these materials.

Keywords: materials, recyclable, collection, recovery, separation.

Introducción

La ciudad de Morelia es la cabecera municipal del municipio del mismo nombre y capital del estado de Michoacán, localizado en el centro-occidente de México. En 2015 contaba con una población de 784,776 habitantes (Inegi, 2017), y similar a los procesos de urbanización de las principales ciudades de países en vías de desarrollo, el aumento poblacional y de la mancha urbana se refleja en una generación creciente y una disposición inadecuada de los residuos sólidos urbanos (RSU), entre otros problemas ambientales (Martínez *et al.*, 2010).

En Morelia, al igual que en todo el país, el servicio de aseo público es responsabilidad de los municipios y el ayuntamiento administrativamente ha conformado la Dirección de Residuos Sólidos, la cual tiene a su cargo la recolección, el tratamiento y la disposición final de los RSU de la ciudad. Esta dependencia trabaja con dos modalidades para la dotación del servicio de recolección: 1) la recolección que brinda el mismo municipio a través de la Dirección de Residuos Sólidos, y 2) el servicio concesionado a 10 asociaciones de recolectores, las cuales brindan el servicio de recolección a cambio de una “cooperación voluntaria” de los ciudadanos a quienes brindan el servicio; sus áreas de recolección están delimitadas en 10 sectores en los que se dividió la ciudad para organizar la recolección de los RSU y evitar conflictos entre los concesionarios (Buenrostro, Mendoza, López y Salinas, 2011).

El número de concesionarios en 2013 era de 526 recolectores registrados y en la actualidad se ha incrementado a cerca de 900. En Morelia existen 64 centros de acopio de residuos sólidos, desde los que están registrados hasta los que operan temporalmente y sin registro, o los que desaparecen o cambian de ubicación (centros de acopio en Morelia, 2016).

Su número, y en algunos casos su escasa permanencia, ha obedecido más a su carácter de establecimientos de compra-venta de materiales susceptibles de aprovechamiento (MSA), dejando de lado el objetivo de fomentar la separación de MSA y la educación ambiental para la gestión sustentable de los RSU.

En los últimos años, nueve de las 10 asociaciones de recolectores que operan en la ciudad de Morelia iniciaron la separación de MSA, además de la recolección de los RSU para conseguir un ingreso extra al obtenido por el servicio de recolección.

Para esto, construyeron o rentaron bodegas en diferentes puntos de la ciudad para instalar lo que ellos han denominado *centros de acopio*. Dada la importancia que tienen estos centros para mejorar la gestión de los RSU, el objetivo de este trabajo es presentar un diagnóstico sobre las condiciones en que operan y cuantificar las cantidades de materiales separados por parte de las asociaciones de recolectores de Morelia, Michoacán.

Antecedentes

La problemática ambiental y social ocasionada por la gestión inadecuada de los RSU en México es apremiante. La mayoría de los municipios se ven rebasados técnica y económicamente para lograr una gestión integral de los RSU que se generan en sus circunscripciones territoriales. Además, en los sistemas de aseo público municipales prevalecen la burocracia excesiva y la falta de un marco jurídico que regule y dirija el acceso de los grupos que participan (asociaciones de recolectores, pepenadores y sindicatos) en las diferentes etapas de la gestión de los RSU (Buenrostro y Bocco, 2003; Dangi *et al.*, 2011; Ojha, 2011). Esto incide en una inadecuada planeación de las necesidades de infraestructura, equipo y personal capacitado para diseñar estrategias que den solución a dos de los problemas principales que limitan a los municipios para la gestión integral de los RSU: *i*) la creciente producción de RSU y su disposición final en sitios que generalmente no cumplen con las condiciones de construcción y funcionamiento que minimicen los impactos ambientales y la salud pública; *ii*) la demanda social para que se incluya a la ciudadanía en la toma de decisiones respecto a la gestión integral.

No obstante, del crecimiento económico experimentado en México en los últimos años, el sector informal tiene un papel importante en la economía mexicana (57.9%) (Inegi, 2015). La pobreza, la marginación social y el desempleo han originado el crecimiento de grandes contingentes de estratos marginados que dependen de la separación informal de MSA de los RSU (pepenadores) (Thitame, 2010). Se estima que en nuestro país participan en esta actividad entre 25,000 y 30,000 personas (OCDE, 2013). Es de resaltar que las condiciones insalubres en las cuales estos grupos realizan su actividad ponen en riesgo su salud y bienestar (Martínez *et al.*, 2010).

La organización interna de estos grupos se basa en las relaciones sociales interpersonales motivadas por dos razones: la protección y la necesidad de sobrevivir. La conformación de estos grupos es muy variable, ya que la cantidad y constitución de los integrantes cambia constantemente, lo cual complica la implementación de programas permanentes de trabajo y monitoreo de sus actividades (Sharholly, Ah-

mad, Mahmood y Trivedi, 2008). No obstante, las organizaciones de estos pepenadores han perdurado a los intentos modernizadores de los sistemas de aseo público y hasta la actualidad son los que realizan la separación de los MSA que se reciclan en nuestro país (Buenrostro, Márquez y Ojeda, 2014).

No obstante, los porcentajes de recuperación de MSA aún son bajos, 9.52% (incluidas todas las modalidades de separación: pepena en recolección, pepena en tiradero, acopio industrial y centros de acopio) con respecto al potencial de recuperación que podría llegar a 39.57% del total de RSU generados (INECC, 2012), por lo cual se requiere impulsar programas de capacitación técnica entre los recolectores y modernizar las instalaciones de las plantas de selección. Sin embargo, para que esto tenga éxito es necesario entender los factores que limitan el éxito de estos programas, entre los principales, las formas de organización de los separadores que laboran en estos centros.

Marco conceptual y nota metodológica

Descripción de las asociaciones de recolectores de Morelia

Se visitaron los 11 centros de acopio: Ecolimpia (ECO); Lisandro Tapia Báez (LTB); Zapatista de Limpieza (ZL); Hermenegildo Galeana (HG); Valladolid Morelia (VM); Lázaro Cárdenas (LC); Servi-Limpia de Morelia (SLM); Solidaridad (S); Melchor Ocampo (MO); Generalísimo Morelos (GM); Sociedad para el Aprovechamiento de Materiales Reciclables (SPAMR) para recopilar información sobre la forma de operación de los sitios y de los materiales que se recuperan para la venta mediante observación, entrevistas (enfoque cualitativo) y la aplicación de una encuesta a los encargados de los centros de acopio (enfoque cuantitativo). A continuación se describen las diferentes características de las instalaciones que existen en la ciudad de Morelia para separar y manejar los RSU.

- *Estaciones de transferencia.* Son instalaciones cerradas, intermedias entre las diversas fuentes generadoras de residuos

sólidos y las plantas de separación o el sitio de disposición final; su objetivo principal es incrementar la eficiencia del servicio de recolección, en la medida que los vehículos recolectores reducen los tiempos para la descarga de sus residuos, ya que en vez de trasladarse hasta las plantas de selección o los sitios de disposición final, recurren a la estación de transferencia ubicada en su demarcación, o bien a la más cercana a su ruta de trabajo, para descargar sus residuos (Henry y Heinke, 1999).

- *Plantas de separación.* Las plantas de separación son instalaciones cerradas que cuentan con bandas para la separación mecánica y electromecánica de los materiales reciclables. Entre los principales métodos utilizados para la separación de los materiales están la clasificación con aire o agua para componentes de poco peso, como papel y plástico; la separación magnética para los metales ferrosos; el tamizado para separar los metales no ferrosos, y la separación manual para apartar el vidrio incoloro del colorido, así como de separadores inerciales para apartar las partículas orgánicas de las inorgánicas, o las partículas pesadas y elásticas de las ligeras e inelásticas (Henry y Heinke, 1999).
- *Centros de acopio.* El objetivo principal de los centros de acopio de las empresas recolectoras es la de separar materiales reciclables de los residuos sólidos. No obstante que cumplen también la función de transferir los residuos sólidos de las unidades de recolección, estrictamente no cumplen las funciones de una estación de transferencia por no estar cubiertas y controlar ruidos y olores. Tampoco funcionan como plantas de separación, pues carecen de bandas de separación y procesamiento centralizados.

Con respecto al método para recabar la información, la encuesta incluyó preguntas sobre la forma de operación, el número de unidades que ingresan por día, la infraestructura disponible, la cantidad y el tipo de materiales separados, así como los sitios de destino y comercialización de los MSA (véase Cuadro 1).

Cuadro 1. Encuesta para los centros de acopio en Morelia

Fecha_____
Asociación_____ Encargado_____
Sector_____
Ubicación_____
Número de unidades_____
Número de trabajadores_____
Horario de trabajo_____
Régimen de propiedad_____
1. ¿Cuentan con registro por unidades?
Sí_____ No_____
2. Promedio/Unidades/Ingreso_____
3. ¿Cuál es la cantidad de residuos que reciben (por día)?
a) En base a una apreciación_____
b) Llevan registros de pesos_____

4. ¿Cuáles son los residuos que se separan/almacenan para su venta en el centro de acopio?			
<i>Subproductos</i>	<i>Sí</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio unitario (kg)</i>
Papel			
Cartón			
Fierro			
Hojalata			
PET			
Aluminio			
Vidrio			
Tetra pack:			
HDPE			
Otros			

5. ¿A quién vende su material? _____
6. Cantidad de residuos que se procesan _____
7. Cantidad que se separa previamente de la corriente de los residuos _____
8. Condiciones de operación (separación manual o mecánica) _____
9. Apreciación de la cantidad de residuos que entran _____
10. Condiciones en las que trabajan (movimiento) _____
11. Servicios con los que cuentan: _____

<i>Tipo</i>	<i>Condición</i>
Luz eléctrica	
Drenaje	
Está circulado el terreno	
Velador	
Otros	

Fuente: Elaboración propia.

Cuantificación de la cantidad de material susceptible de aprovechamiento recuperado

En cada uno de los 11 centros de acopio se registraron durante una semana la cantidad y el tipo de los MSA recuperados, para lo cual se utilizó un formato previamente establecido (véase Cuadro 2).

Caracterización de los residuos sólidos y estimación de la cantidad de materiales recuperados por las asociaciones de recolección de RSU

A efecto de estimar el porcentaje de MSA separados, primero se caracterizó el residuo sólido, previo y posterior a la separación de éstos. La caracterización de los RSU recolectados por las asociaciones de recolectores se realizó a partir de muestras tomadas durante siete días de dos centros de acopio: GM y SPAMR. La metodología seguida para este análisis se basó en las normas oficiales mexicanas en materia de residuos sólidos. La muestra de RSU se tomó de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NMX-AA-015-1985 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Muestreo-Método de Cuarteo (Secofi, 1985). Los residuos se depositaron en bolsas de polietileno de 60 X 90 cm para realizar su caracterización conforme a la Norma Oficial Mexicana NMX-AA-022-1985 Residuos Sólidos Municipales-Selección y cuantificación de subproductos (Secofi, 1985). Con base en los resultados de la encuesta, el registro de los MSA separados y la caracterización de los RSU, así como la cantidad de residuos recolectados y depositados en el relleno sanitario, previo a la separación de MSA, se calculó el porcentaje de recuperación de MSA por cada asociación.

Resultados

Diagnóstico de las asociaciones de recolección de Morelia

El objetivo principal de la construcción de los centros de acopio por parte de las asociaciones de recolectores fue la de contar con un espacio para separar materiales susceptibles de aprovechamiento de

Cuadro 2. Formato para el registro de materiales susceptibles de aprovechamiento
(kilogramos / día/ peso fresco)

<i>Producto</i>	<i>Lunes</i>	<i>Martes</i>	<i>Miércoles</i>	<i>Jueves</i>	<i>Viernes</i>	<i>Sábado</i>	<i>Domingo</i>	<i>Total</i>
Papel								
Cartón								
Fierro								
Hojalata								
PET								
Aluminio								
Vidrio								
Tetra pack								
HDPE								
Otros								

Fuente: Elaboración propia.

los residuos sólidos urbanos. No obstante, la encuesta aplicada a los encargados de estos sitios permitió constatar que todos estos centros trabajan con serias deficiencias de operación, funcionamiento y de protección al ambiente y a la salud pública, pues se determinó que en los 11 centros de acopio se realiza la separación manual sin las mínimas medidas de protección de seguridad e higiene para los trabajadores, lo cual es una deficiencia mayúscula que incumple las condiciones de seguridad para la operación de estos centros. De lo anterior, en las condiciones de operación actuales, tampoco pueden considerarse como centros de separación, pues a excepción de dos, los nueve restantes carecen de bandas de separación y procesamiento centralizados.

A pesar de que algunos de estos centros son utilizados también para transferir los residuos sólidos de las unidades de recolección, estrictamente no cumplen las funciones de una estación de transferencia, ya que no cumplen con los protocolos internacionales ni con la normatividad nacional en materia de seguridad (NOM-001-STPS-2008, NOM-002-STPS-2010, NOM-004-STPS-1999, NOM-006-STPS-2014, NOM-033-STPS-2015), de salud (NOM-011-STPS-2001 y NOM-025-STPS-2008) y de organización (NOM-017-STPS-2008, NOM-026-STPS-2008 y NOM-030-STPS-2009).¹

De las visitas a los centros de acopio y aplicación de las encuestas se pudo determinar que estos sitios han sido habilitados, pues la mayor parte son bodegas o terrenos que se han adaptado para funcionar como centros de acopio. Sin embargo, la habilitación ha sido más con base en la intuición y experiencia de campo de los líderes y administradores de las asociaciones que en criterios técnicos, lo cual determina que no cumplan con las normas de seguridad e higiene enlistadas con antelación.

Con respecto a la eficiencia se observó que las cantidades de MSA separados en los centros de acopio de las asociaciones recolectoras están determinadas mayormente por el grado de organización interna entre ellos, que por la infraestructura con que cuentan. También por el tipo de operación, pues se determinaron mayores cantidades de MSA separados en los sitios que funcionan exclusivamente como centros de acopio de materiales reciclables, pasando por los que re-

¹ Consultas en <http://asinom.stps.gob.mx:8145/Centro/CentroMarcoNormativo.aspx>

ciben los materiales y son reclasificados y prensados, hasta los que reciben los residuos sólidos y ahí se realiza la separación.

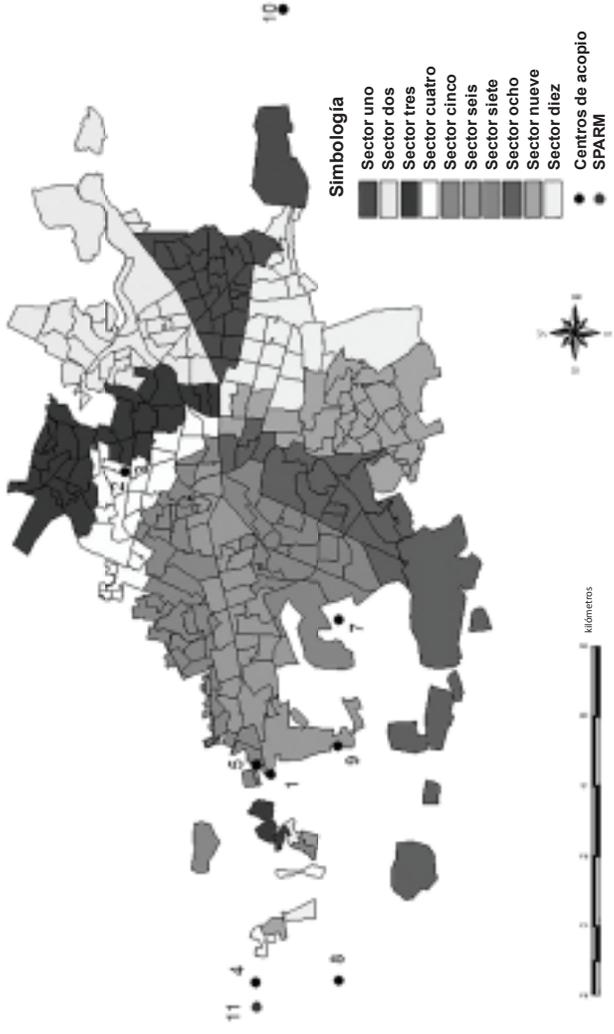
Se observó que no obstante la cohesión y el sentido de compañerismo y pertenencia entre los trabajadores de los centros de acopio, los montos de recuperación de MSA de las asociaciones recolectoras, aún se encuentran en promedios bajos con respecto al potencial de separación de materiales reciclables que se encuentran en los residuos sólidos urbanos recolectados. Lo anterior sugiere que el incumplimiento del marco normativo de salud y seguridad en el trabajo vigente es más por desconocimiento y falta de asesoría, lo cual hace necesario emprender de inmediato acciones de mejoramiento de las condiciones de seguridad e higiene laboral, que se enfoquen al control de olores y polvos, instalación de servicios como sanitarios, teléfono, agua, drenaje, luz eléctrica y equipo de control de incendios.

De las 10 asociaciones de recolectores de RSU que laboran en Morelia, nueve tienen centros de acopio. Además, existe una asociación conformada por personas que trabajaron como pepenadores en el antiguo tiradero, denominada “Sociedad para el Aprovechamiento de Materiales Reciclables” (SPAMR), la cual cuenta con una planta de recuperación de MSA a la entrada del relleno sanitario actual y recibe parte de los RSU del servicio de recolección municipal.

La mayor parte de los centros de acopio se localizan en la zona poniente de la ciudad de Morelia, que es el rumbo hacia donde se encuentra el relleno sanitario (RESA), el cual, en el tiempo en que se seleccionó el sitio para su construcción, se encontraba a 14 kilómetros de los límites de la ciudad, pero en la actualidad las construcciones de nuevos asentamientos urbanos se localizan a menos de un kilómetro del RESA.

La Norma Oficial Mexicana especifica que el sitio debe estar a una distancia mínima de 500 metros, contados a partir del límite de la traza urbana existente o contemplada en el plan de desarrollo urbano (Semarnat, 2004). Si bien la función principal de los centros de acopio es la separación de MSA, también se ha buscado la mayor cercanía de éstos al RESA, ya que de igual forma son utilizados para almacenar los MS separados y es a donde acuden los compradores de estos materiales. En la Figura 1 se muestra la ubicación geográfica de los centros de acopio.

Figura 1. Ubicación geográfica de los centros de acopio



Nota: Las áreas en gris corresponden a los sectores asignados a cada una de las asociaciones para brindar el servicio de recolección de RSU. Los números corresponden a la ubicación de los centros de acopio. Los centros de acopio 2 y 3 son un solo centro de acopio, ya que están operadas por dos asociaciones de recolectores. La asociación Lázaro Cárdenas no cuenta con centro de acopio.

Fuente: Elaboración propia.

Las jornadas de trabajo en los centros de acopio cubren en promedio entre ocho y 10 horas al día, seis días de la semana. Sólo la mitad de las asociaciones son propietarias de los inmuebles en que se encuentran los centros de acopio y el resto los renta. En cuanto a la infraestructura, dos centros carecen de servicio de energía eléctrica y cuatro de instalaciones de drenaje y agua potable. Únicamente cuatro asociaciones reportaron utilizar el sitio también como estación de transferencia: Servilimpia de Morelia, Generalísimo Morelos y las asociaciones Lisandro Tapia Báez y la de Zapatista de Limpieza. Estas dos últimas se asociaron para operar el centro de acopio conjuntamente.

Por estación de transferencia, los concesionarios de las asociaciones que declararon usar los centros de acopio para este propósito, se refieren a un sitio en el cual sus unidades de recolección descargan la totalidad de los RSU y separan los MSA, y al mismo tiempo lo transportan en camiones y/o contenedores al RESA. El resto de los concesionarios declararon que los sitios no son estaciones de transferencia, ya que sólo se emplean para almacenar los MSA separados durante la recolección. En el Cuadro 3 se muestra el uso de los centros, el número de unidades de recolección con que cuentan las asociaciones y el ingreso promedio de éstas a los centros de acopio. Asimismo, de los resultados reportados en el Cuadro 3 se observa que cuatro de las 10 asociaciones que tienen centros de acopio, también las usan para transferir los RSU recolectados en sus sectores de operación; seis de estos centros son utilizados sólo para la recepción de los materiales separados, así como para su almacenamiento y clasificación.

Tres de las seis asociaciones que cuentan con instalaciones para funcionar como planta de separación tienen una banda para tal efecto. La asociación “Sociedad para el Aprovechamiento de Materiales Reciclables” (SPAMR) no es de recolectores, sino de pepenadores que trabajaron en el antiguo tiradero de Morelia. En esta planta se reciben los residuos sólidos recolectados por las unidades del municipio y de la empresa Ecolimpia. No obstante, la planta carece de tolva, lo cual ocasiona que los RSU se tengan que depositar en el suelo y el trabajo para colocarlos en la banda de separación se realice por traspaleo, lo cual disminuye ostensiblemente la eficiencia en la separación de MSA.

Cuadro 3. Uso de los centros de acopio y número de unidades de las asociaciones recolectoras de residuos sólidos urbanos en Morelia

<i>Asociación</i>	<i>Centro de acopio</i>	<i>Estación de transferencia</i>	<i>No. de unidades</i>	<i>Ingreso de unidades promedio/día</i>
Ecolimpia	Sí	No	44	40 - 44
Lisandro Tapia Báez	Sí	Sí	*	*
Zapatista de limpieza	Sí	Sí	57	25 - 35
Hermenegildo Galeana	Sí	No	57	25 - 40
Valladolid Morelia	Sí	No	47	35 - 41
Lázaro Cárdenas	No	No	*	*
Servi-Limpia de Morelia	Sí	Sí	47	28
Solidaridad	Sí	No	57	35
Melchor Ocampo	Sí	No	63	51
Generalísimo Morelos	Sí	Sí	65	65

* No reportaron la información.

Fuente: Elaboración propia.

Las asociaciones “Lisandro Tapia Báez” y “Zapatista de Limpieza”, acordaron arrendar en conjunto dos naves industriales, las cuales habilitaron como centro de acopio e instalaron una banda de separación. La mayor parte de los MSA que separan las asociaciones en los centros son los plásticos, principalmente el tereftalato de polietileno (PET), el polietileno de alta y baja densidad (HDPE y LDPE, respectivamente), papel

y cartón, metales ferrosos y no ferrosos y otros componentes de los RSU que son productos derivados del consumo de bienes, como los palos de madera de las escobas y los colchones. Todos los encargados declararon que el tipo de MSA que separan está supeditado por el precio y la demanda de los materiales.

En cuanto a la comercialización, todas las asociaciones venden los materiales separados a diversos intermediarios locales y foráneos que se especializan en diferentes subproductos. Estas empresas compradoras por lo general recogen los materiales en los centros de acopio hasta que se completa la cantidad suficiente para llenar la capacidad del camión transportista. Esto último, junto con la caída estacional de la demanda y del precio de determinado material, es lo que ocasiona que se acumulen grandes cantidades de materiales en los centros de acopio.

Cuantificación de la cantidad de material susceptible de aprovechamiento recuperado

Respecto a la cuantificación de los MSA recuperados en los centros de acopio de las asociaciones de recolectores, el registro realizado durante una semana mostró una gran diferencia en los montos recuperados por cada una de ellas (Cuadro 4), cantidad que no obstante no está influenciada por ninguna de las condiciones de operación o de infraestructura disponible en los centros, ni por la cantidad de unidades de recolección. Aunque se indica que la instalación de bandas de separación optimiza la recuperación de MSA, se pudo observar que las dos asociaciones que cuentan con esta infraestructura alcanzaron montos de separación muy heterogéneos. Por ejemplo, la asociación Lisandro Tapia fue la que recuperó la mayor cantidad y sí cuenta con banda de separación, pero la asociación SPAMR, que también cuenta con banda de separación, ocupó el décimo lugar en los montos recuperados.

Caracterización de los residuos sólidos y estimación de la cantidad de materiales recuperados por las asociaciones recolectoras de RSU

La caracterización de los RSU fue realizada de muestras tomadas de los centros de acopio GM y SPAMR. Se seleccionaron estos centros porque se

Cuadro 4. Materiales recuperados en una semana por cada centro de acopio (kilogramos peso fresco)

Asociación	Papel	Cartón	PET	HDPE	LHDE	Tetra pak	Vidrio	Metal ferroso	Metal no ferroso	Palo de escoba*	Colchón *	Total
ECO	4,131	8,244	4,023	2,826	0	603	4,056	2,983	118	0	22	26,984
LTB	10,381	15,980	4,669	4,538	692	191	4,743	3,645	252	162	0	45,091
ZL	8,171	0	1,798	1,353	14	0	1,455	1,071	0	0	0	13,862
HG	3,872	5,109	3,076.8	1,846.1	0	0	5,760	2,233	0	0	0	21,897
VM	12,828	12,061	6,253.75	3,752.2	665	0	2,212	3,911	156.4	165	0	41,839.4
LC	SC											0
SIM	4,742	8,550	3,554	2,561	364	281	3,773	1,833	0	317	20	25,658
S	5,625	5,011	1,760	1,310	0	0	1,880	1,535	0	0	0	17,121
MO	0	17,310	7,086.2	4,251.7	0	0	0	0	36	0	0	28,684
GM	SD											0
SPAMR	4,500	2,288	2,753	2,675	0	240	3,000	510	78	0	0	16,044
Total	54,250	74,553	34,973.8	25,113.1	1,735	1,315	26,879	17,721	640.4	644	42	237,180.36

* Las cantidades de palos de escoba y colchón se expresan en unidades.

sd: Sin dato.

sc: Sin centro de acopio.

Fuente: Elaboración propia.

determinó que estas dos asociaciones son las únicas que transfieren todos los RSU recolectados por sus unidades de recolección en estos sitios. El Cuadro 5 muestra la composición semanal promedio de los RSU registrada. La cantidad de 48 subproductos identificados rebasa por 22 componentes los considerados en el formato de clasificación de la Norma Mexicana NMX-AA-022-1985, la cual considera 26 subproductos. Del total de éstos, la fracción orgánica representó la mayor proporción, con un promedio de 49 y 36% de las asociaciones GM y SPAMR, respectivamente.

En el centro de acopio de la SPAMR se realizó un muestreo durante una semana para registrar la eficiencia de la separación de MSA. Los datos se obtuvieron de la caracterización de muestras tomadas aleatoriamente del residuo sólido, previo y posterior a la separación de los materiales reciclables. Los porcentajes de recuperación se obtuvieron por diferencia de peso. En el Cuadro 6 se muestra el porcentaje de recuperación alcanzado por día en este centro. Se observa que pese a que en algunos subproductos se carece de datos, lo cual se atribuye a dificultades para realizar el muestreo como la toma y homogeneización de la muestra, la eficiencia de la recuperación de MSA, con excepción del tetrapack y cartón, están por arriba del 40%. Es de resaltar la eficiencia del 100% alcanzada para el polietileno de baja densidad (LDPE), aunque tiene un precio menor con respecto al PET; la abundancia de éste hace que para los recolectores sea más fácil encontrarlo y separar. Lo anterior también se constató para el PET y otros plásticos rígidos, ya que durante la etapa de muestreo se observó que estos materiales, al ser de mayor volumen y colorido, se separaban fácilmente, pues provienen de envases de alimentos, limpiadores de casa y aseo personal, aceites y lubricantes para auto, etcétera. Lo anterior sugiere que en la separación incide también la notoriedad y facilidad para identificar los envases entre los RSU, más que el precio del material (Thanh, Matsui y Fujiwara, 2010 y 2012).

Respecto a la estimación de la cantidad de MSA recuperados con respecto a la totalidad de los RSU recolectados por cada asociación, se utilizaron los registros de los ingresos de las unidades de recolección al RESA y de las cantidades de RSU depositados, así como de los registros de los MSA de cada asociación. El Cuadro 7 muestra las cifras en tone-

Cuadro 5. Composición promedio de los residuos sólidos urbanos en los dos centros de acopio muestreados (% peso fresco)

<i>Subproducto</i>	<i>GM</i>	<i>SPAMR</i>
Algodón	0,06	0,06
Cartón	1,83	4,36
Cuero	0,03	0,00
Residuo fino	7,69	7,91
Tetra pack	1,91	0,42
Fibra dura vegetal	1,84	3,01
Fibra sintética	0,07	0,47
Hueso	0,73	0,56
Hule	0,14	0,10
Loza y cerámica	1,12	1,30
Madera	0,42	0,83
Material de construcción	0,77	1,21
Aluminio	0,48	0,16
Hojalata	0,21	0,41
Material ferroso	0,27	0,51
Papel	1,98	5,52
Papel higiénico	8,36	7,48
Pañal desechable	4,03	6,77
Toalla femenina	0,40	0,25
Heces fecales	0,54	0,00
Bolsa de botana	0,76	1,35
Bolsa de película	6,75	8,36
Plástico rígido	3,07	2,82
Polietileno alta densidad	0,57	1,33
PVC	0,00	0,07
Hielo seco	1,02	0,93
Residuos alimenticios	38,47	22,51
Residuos de jardinería	8,95	10,62
Trapo	2,48	4,91
Vidrio	1,81	2,69
Carbón	0,05	0,08
Caucho	0,22	0,04
Silicón	0	0
Polietileno baja densidad	0,12	0
Pintura	0,06	0,51
Concha	0,65	0
Animal muerto	0,08	0
Total	100	100

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 6. Recuperación de material susceptible de aprovechamiento en el centro de acopio de la SPAMR (% peso fresco)

Subproducto	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Promedio
Papel	SD	33.52	58.47	SD	SD	SD	45.99
Cartón	SD	17.24	77.61	6.78	33.04	SD	33.67
PET	0	4	100	73.21	49.09	SD	45.26
Vidrio	75.56	52.86	89.36	75.53	SD	33.76	65.41
Tetra pack	26.06	SD	45	10	SD	SD	27.02
HDPE	100	66.67	48.75	74.36	61.94	SD	70.34
LDPE	100	100	100	100	100	100	100.00
Metal ferroso	85.87	53.85	SD	SD	38.65	44.96	55.83
Aluminio	100	0	68.33	88.24	SD	70.11	65.34
Madera	99.44	55.88	SD	2.14	SD	38.85	49.08

SD: Sin datos.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 7. Residuos recolectados (toneladas/semana peso fresco) y separación de MSA por cada asociación recolectora en Morelia (% peso fresco)

<i>Asociación</i>	<i>Residuos de ingreso</i>	<i>MSA recuperado</i>	<i>Total recolectado</i>	<i>Recuperado (%)</i>
Ecolimpia	178.1	27.0	205.1	13.17
LTB	438.5	45.3	483.7	9.36
ZL	949.0	13.9	962.8	1.44
HG	351.7	21.9	373.6	5.86
VM	343.2	42.0	385.2	10.90
LC	300.5	sc	N/D	
Servi-Limpia	403.4	26.0	429.3	6.05
Solidaridad	293.0	17.1	310.1	5.52
Melchor Ocampo	442.4	28.7	471.1	6.09
GM	483.4	N/D	N/D	N/D
SPAMR	961.3	16.0	977.3	1.64
Total/Promedio	5,144.4	237.9	5382.2	4.42

N/D: No Disponible.

sc: Sin centro de acopio.

Fuente: Elaboración propia.

ladas por semana y en porcentaje de peso fresco, respectivamente. Los datos de este mismo cuadro muestran que los niveles de recuperación alcanzados por las asociaciones de recolección en Morelia aún son bajos en cuanto a la recuperación de 9.52% reportada por INECC (2012).

Discusión de resultados

La estrategia del municipio de concesionar el servicio de recolección de RSU a asociaciones de recolectores, a primera vista puede resultar benéfica para la ciudadanía, ya que esto permite una mayor cobertura de

recolección, pues el municipio, al igual que todos los demás del país, se ha visto rebasado en su capacidad económica para brindar un servicio de calidad. De hecho, esta estrategia de concesionar el servicio en sus diferentes modalidades ha sido replicada en muchos municipios del país. El problema es que estas concesiones se han realizado más por motivos políticos que por mejorar la gestión de los RSU.

En el caso de Morelia fue para regularizar la recolección informal y evitar confrontaciones entre las diferentes agrupaciones; no obstante, la concesión que se les dio no permitió el cobro formal del servicio, pues en el mismo artículo 5° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos se obliga al municipio a dotar del servicio de limpia, por lo que constitucionalmente el municipio se ve impedido de dar concesiones a una persona física o moral en las que se establezca un pago por el servicio de recolección de RSU.

Lo anterior ocasionó que las concesiones sean sólo mediante la obtención de lo que los concesionarios obtengan a través de la “cooperación” que el ciudadano les dé por el servicio. Sin embargo, esto ha ocasionado un conflicto creciente entre los concesionarios y los ciudadanos, pues en la realidad la “cooperación” no es voluntaria, ya que si no se les da, los concesionarios no recolectan los residuos, empeorando aún más esta situación. *A posteriori* se formalizó otorgar un área de la ciudad para evitar conflictos entre las diferentes agrupaciones de concesionarios. Éstos han establecido una cantidad de dinero para la “cooperación”, incrementando aún más el conflicto con la ciudadanía, pues en realidad es un cobro por el servicio, A lo largo de 20 años las diferentes administraciones municipales no han encontrado la forma de mediar y regularizar esta situación con los concesionarios, y tampoco el municipio tiene la capacidad de brindar el servicio a toda la población.

Por otra parte, todos los responsables de los centros de acopio entrevistados declararon la necesidad de implementar medidas que permitan optimizar los costos de operación en la recolección, en cuanto a combustibles y consumibles, así como incrementar el monto de la “cooperación” que reciben de los ciudadanos por el servicio de recolección, pues argumentaron que el ingreso que perciben proviene sólo de esta cooperación por parte de los usuarios y les resultan insuficientes

para cubrir los costos de combustible, mantenimiento de la unidad de recolección y su subsistencia.

Con respecto a la renta o construcción de instalaciones en diferentes puntos de la ciudad de Morelia por parte de las asociaciones de recolectores para destinarlos como centros de acopio, sí ha redundado en una disminución de la cantidad de RSU a disponer en el relleno sanitario y en un incremento de la separación de MSA, así como del ingreso económico de los recolectores por la venta de estos materiales. No obstante, los resultados de este estudio demuestran que las cantidades de MSA separados continúan muy por debajo del potencial de recuperación, y en la mayoría de los casos las instalaciones no cuentan con las condiciones adecuadas de higiene y seguridad para las personas que realizan la separación de los MSA.

Aunado a lo anterior, la ubicación de estos sitios no cumple con los requisitos de un centro de acopio que asegure la optimización del servicio de recolección de RSU, y sí representan un peligro para la población asentada en las vecindades de estos sitios por el riesgo de incendio de los materiales acumulados, la proliferación de fauna nociva y olores desagradables.

En cuanto a las condiciones de operación y a la infraestructura disponible de los centros de acopio, es precisamente el deficiente confinamiento de los MSA y de las actividades de separación y clasificación de éstos lo que incide en la proliferación de malos olores y de fauna nociva. Además, otra deficiencia es que el personal que realiza estas actividades carece de equipo de protección personal y de los implementos con los que realiza su actividad son insuficientes, inadecuados y obsoletos.

Otra seria deficiencia es el tipo de infraestructura para el almacenaje de los materiales: la mayoría son bodegas construidas con mampostería y techadas, si lo están, con lámina metálica. Lo anterior hace que estos centros representen un serio riesgo de conflagración por el potencial inflamable de los materiales almacenados (ningún centro declaró contar con equipo para control de incendios). Todos los entrevistados argumentaron que el ingreso que perciben como cooperación por parte de los usuarios les resulta insuficiente. Esto último fue mencionado como la causa principal de que realicen la “pepena” durante el servicio de recolección.

Respecto a la cuantificación de los MSA recuperados en los centros de acopio de las asociaciones de recolectores, el registro realizado durante una semana mostró una gran diferencia en los montos entre cada asociación, cantidad que, no obstante, no está influenciada por ninguna de las condiciones de operación o de infraestructura disponible en los centros ni por la cantidad de unidades de recolección. Aunque se indica que la instalación de bandas de separación optimiza la recuperación de MSA, se pudo observar que las dos asociaciones que cuentan con esta infraestructura alcanzaron montos de separación muy heterogéneos. Por ejemplo, la asociación Lisandro Tapia fue la que recuperó la mayor cantidad y cuenta con banda de separación, pero la asociación SPAMR, que también cuenta con este equipo, ocupó el décimo lugar en los montos recuperados.

Esto hace necesario profundizar en el estudio de los factores que limitan la productividad laboral de los trabajadores de los centros de acopio. En este estudio se pudo constatar que los trabajadores de los centros de acopio son en su mayoría empleados y no socios de las asociaciones, por lo cual sólo reciben un salario.

En este sentido, investigadores como De Feo y De Gisi (2010), Desa, Kadir y Yusooff (2011) y Thanh *et al.*, (2012), han coincidido en la importancia de profundizar en el estudio de los factores al interior de los centros de acopio —ambiente físico, ambiente social y actitudes entre los trabajadores, así como las características socioeconómicas y circunstancias de vida— que limitan la productividad del personal que labora en estas plantas.

La recuperación promedio determinada por las asociaciones de recolectores de Morelia (4.42%) está por debajo de la mitad reportada para el país (9.52%) (INECC, 2012), aunque es importante recalcar que ésta incluye la recuperación de MSA, incluidas todas las modalidades de separación: pepena en recolección, pepena en tiradero, acopio industrial y centros de acopio. Sin embargo, el porcentaje de recuperación de MSA por parte de las asociaciones de recolectores de Morelia también está muy bajo con respecto al potencial de recuperación de 39.57% del total de RSU generados que reporta el INECC (2012).

De lo anterior se desprende que es necesario impulsar programas de capacitación técnica entre los recolectores y modernizar las insta-

laciones de los centros de acopio de las diferentes asociaciones a fin de que su ingreso principal provenga de la venta de los MSA y no del servicio de recolección de los residuos sólidos. Esto redundará en un mejor servicio hacia la población y en una gestión más sustentable de los residuos sólidos.

La implementación de programas para mejorar la gestión de los RSU hace imprescindible incluir a estos grupos en la toma de decisiones tendientes a incrementar la separación de los RSU. Resulta de vital importancia vincular a todos los actores (pepenadores y asociaciones de recolectores) para asegurar la viabilidad económica y la permanencia de este tipo de proyectos, al tiempo que se identifican las variables sociales, económicas y ambientales que inciden en la viabilidad técnica y financiera de los proyectos de separación de materiales reciclables.

Conclusiones

Los municipios deben continuar con la responsabilidad jurídica de brindar el servicio de aseo público; no obstante, se debe trabajar en el sentido de brindarle las facultades de concesionar ciertas áreas de la gestión de los residuos sólidos urbanos como la recolección.

Es importante que en la implementación de programas para modernizar la gestión de los residuos sólidos urbanos se incluya a las asociaciones de recolectores, pues desempeñan un papel relevante en la recolección de éstos en la mayor parte de los municipios del país.

Se debe trabajar en el sentido de despolitizar a estas asociaciones con la finalidad de implementar programas en los aspectos técnico y administrativo para que puedan modificar su carácter de asociaciones por las de empresas y sean sujetos de créditos, pagar impuestos y cumplir con el marco normativo en materia de gestión de residuos sólidos.

Se debe brindar la asesoría técnica para que las asociaciones modernicen los centros de acopio y los conviertan en estaciones de transferencia. Esta es una opción factible para que los municipios grandes puedan contar con estaciones de transferencia, lo cual es clave para

optimizar y mejorar la eficiencia de la recolección de los residuos sólidos urbanos.

Referencias

- Buenrostro O., L. Márquez y S. Ojeda (2014). Environmental perception of solid waste management in the municipalities of Pátzcuaro region. *Environmental Engineering and Management Journal*, 13(12), 3097-3103.
- Buenrostro O., M. Mendoza, G. E. López y M. V. Salinas (2011). Actualización y ampliación de la sectorización del servicio concesionado de recolección de residuos sólidos urbanos dentro del municipio de Morelia, Michoacán. Informe final, 94 pp.
- Buenrostro O. y G. Bocco (2003). Solid waste management in municipalities in México: Goals and perspectives. *Resources, Conservation and Recycling*, 39(3), 251-263. DOI: 10.1016/S0921-3449(03)00031-4
- Centros de Acopio en Morelia (2016). Centros de Acopio en Morelia (enMlínea). En [http://clasev.net/v2/mod/resource/view.php?id=12297/26/07/2016 15-03-2017](http://clasev.net/v2/mod/resource/view.php?id=12297/26/07/2016%2015-03-2017)
- Dangi, M. B., C. R. Pretz, M. A. Urynowicz, K. G. Gerow y J. M. Reddy (2011). Municipal solid waste generation in Kathmandu, Nepal. *Journal of Environmental Management*, 92(1), 240-249. DOI: 10.1016/j.jenvman.2010.09.005
- De Feo, G. y S. De Gisi (2010). Public opinion and awareness towards MSW and separate collection programs: A sociological procedure for selecting areas and citizens with a low level of knowledge. *Waste Manag*, 30(6), 958-976. DOI: 10.1016/j.wasman.2010.02.019
- Desa, A., N. B. A. Kadir y F. Yusooff (2011). A study on the knowledge, attitudes, awareness status and behavior concerning solid waste management. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 18, 643-648. DOI: 10.1016/j.sbspro.2011.05.095
- Henry, J. y W. Heinke (1999). *Ingeniería ambiental*. México: Prentice Hall.
- INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático) (2012). Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos. Versión

- extensa (en línea). México, 201 pp. En http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgcnica/diagnostico_basico_extenso_2012.pdf(consulta: 15 de marzo de 2017).
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2015). Boletín de prensa 63/15 (en línea). Resultados de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo. Cifras durante el cuarto trimestre de 2014. Aguascalientes, México, 18 pp. En http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2015/enoe_ie/enoe_ie2015_02.pdf(consulta: 15 de marzo de 2017).
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2017). Encuesta Intercensal 2015 Tabulados (en línea). En <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal> (consulta: 15 de marzo de 2017).
- Martínez Arce, E., D. Daza, P. Tello Espinoza, M. Soulier Faure y H. Terraza (2010). Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe 2010 (en línea). Organización Panamericana de la Salud/Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental/Banco Interamericano de Desarrollo, 158 pp. En <https://publications.iadb.org/handle/11319/3286?locale-attribute=es> (consulta: 15 de marzo de 2017).
- OCDE (2013). Evaluaciones de la OCDE sobre el desempeño ambiental: México 2013 (en línea). OECD Publishing. En <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001724.pdf> (consulta: 15 de marzo de 2017).
- Ojha, K. (2011). Status of MSW management system in northern Indian an overview. *Environ. Dev. Sustain*, 13(1), 203-215. DOI: 10.1007/s10668-010-9256-6
- Semarnat (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2004). Norma Oficial Mexicana NOM-083-Semarnat-2003. Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, *Diario Oficial de la Federación*, 20 de octubre de 2004.
- Secofi (Secretaría de Comercio y Fomento Industrial) (1985). Relación de Normas Oficiales Mexicanas Aprobadas por el Comité de Protec-

- ción al Ambiente - Contaminación del Suelo. México: Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, 104 pp.
- Sharholly, M., K. Ahmad, G. Mahmood y R. C. Trivedi (2008). Municipal solid waste management in Indian cities – A review. *Waste Management*, 28(2), 459-467. DOI: 10.1016/j.wasman.2007.02.008
- STPS (Secretaría del Trabajo y Previsión Social) (2012). Normas Oficiales Mexicanas de Seguridad y Salud en el Trabajo (en línea). En <http://asinom.stps.gob.mx:8145/Centro/CentroMarcoNormativo.aspx> (consulta: 25 de mayo de 2019).
- Thanh N.P., Matsui Y. y Fujiwara T. (2010). Household solid waste generation and characteristic in a Mekong Delta city, Vietnam. *Journal of Environmental Management*, 91(11), 2307-2327. DOI: 10.1016/j.jenvman.2010.06.016
- Thanh N.P., Matsui Y. y Fujiwara T. (2012). An assessment on household attitudes and behavior towards household solid waste discard and recycling in the Mekong Delta region – Southern Vietnam. *Environmental Engineering and Management Journal*, 11(8), 1445-1454.
- Thitame, S. N., G. M. Pondhe, D. C. Meshram (2010). Characterisation and composition of Municipal Solid Waste (MSW) generated in Sangamner City, District Ahmednagar, Maharashtra, India. *Environ. Monit. Assess*, 170(1), 1-5. DOI: 10.1007/s10661-009-1209-x