



DIAGNÓSTICO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN SAN PEDRO BENITO JUÁREZ, PUEBLA, MÉXICO

Diagnosis of solid urban waste in San Pedro Benito Juárez, Puebla, México

Andrés Pérez & Macías López*

¹Colegio de Postgraduados. Campus Puebla. Boulevard Forjadores 205. Col. Santiago Momoxpan. Mpio. San Pedro Cholula, Estado de Puebla. México C.P. 72760

*Autor correspondiente/corresponding author: Correo electrónico/E-mail: apema@colpos.mx

RESUMEN

La sociedad, con el fin de satisfacer sus necesidades de bienes de consumo y de servicios, genera determinados residuos que producen efectos no deseados en el medio ambiente y la sociedad misma. Tales efectos están correlacionados con el crecimiento de la población, la forma de realizar las actividades económicas y la forma y ritmo de consumo tanto de los bienes producidos como de los recursos naturales usados para su producción. En distintas latitudes, se ha documentado que los residuos orgánicos son los más importantes debido a su volumen. Por ello, este tipo de desechos se aprovecha en la producción de biogás, el cual puede ser usado como combustible en los hogares; o en la obtención de abonos orgánicos para la jardinería y la agricultura, entre otros beneficios colaterales. Así, mediante el reciclaje de estos residuos, se contribuye con el compromiso social de preservar el medio ambiente y la salud de los seres vivos. Como consecuencia de la dinámica ambiental y social que ha alcanzado el planeta, es prioritario hacer conciencia en la población sobre la responsabilidad que tiene en el tratamiento de los residuos que sus actividades y consumo generan. Ya que cada sociedad genera algún tipo de residuo, es deseable que cada una cuente con un plan para el manejo de los mismos. Estas necesidades y la ausencia de trabajos sobre los residuos sólidos urbanos en el contexto estudiado justifican la presente investigación sobre los residuos que genera una localidad mexicana para conocer su manejo, volumen y caracterización. Para esta investigación, se realizó un muestreo simple aleatorio de 253 informantes. Usando la técnica de la encuesta se determinó el flujo y manejo de los residuos; así mismo, los residuos fueron muestreados para su cuantificación y caracterización bajo el método que las normas mexicanas en la materia indican. Los resultados muestran que el manejo de los residuos presenta dos vertientes: la separación y la mezcla; y de la misma manera son dispuestos en el ecosistema local y en el camión recolector que los lleva al relleno sanitario. A su vez, se genera una cantidad elevada y variada de residuos, los cuales coinciden con las tendencias a escala nacional y de otras latitudes, donde predomina el grupo catalogado como orgánicos. El peso volumétrico de los residuos indica que se presenta un alto potencial de compactación que puede facilitar el manejo. De acuerdo con las normas nacionales, esta localidad

entra en la categoría de grande generadora debido al volumen de residuos que genera; a lo cual se suma que la disposición final no siempre es la más promisoriosa. En consecuencia, la misma normativa sugiere que este tipo de localidades debe contar con un plan de manejo. Estos resultados sientan las bases para, en otra fase del estudio, determinar el potencial de reducción y reciclaje de los residuos encontrados y prescribir el manejo alternativo de los mismos en apego a las normas nacionales.

Palabras clave: metabolismo social, caracterización de residuos, flujo de residuos, plan de manejo.

ABSTRACT

Society, in order to meet their needs for consumer goods and services, generates certain waste that produces undesirable effects on the environment and society itself. These effects are correlated with population growth, the way economic activities are carried out, and the form and rhythm of consumption of both the goods produced and the natural resources used for their production. In different latitudes, it has been documented that organic waste is the most important due to its volume. Therefore, this type of waste is used in the production of biogas, which can be used as fuel in homes; or in obtaining organic fertilizers for gardening and agriculture, among other additional benefits. Thus, through the recycling of these waste, it contributes with the social commitment of preserving the environment and the health of living beings. As a consequence of the environmental and social dynamics that the planet has reached, it is necessary to raise awareness in the population about the responsibility it has in the treatment of waste generated by its activities and consumption. Since each society generates some type of waste, it is desirable that each one has a plan for their handling. These needs and the absence of work on urban solid waste in the context studied justify the present research on the waste generated by a Mexican town, with the aim of knowing its handling, volume and characterization. For this investigation, a simple random sampling of 253 informants was carried out. Using the survey technique, the flow and management of the waste was determined; likewise, the waste was sampled for quantification and characterization under the method indicated by the Mexican standards in this matter. The results show that waste handling follows two aspects: isolation and mixing; and in the same way they are arranged in the local ecosystem and in the dump truck that takes them to the sanitary landfill. In turn, a high and varied amount of waste is generated, which coincides with national and other latitude trends, where the group classified as organic predominates. The volumetric weight of the waste indicates that there is a high potential for compaction that can facilitate handling. In accordance with national regulations, this town falls into the category of large waste generator due to the volume it generates; to which it is added that the final disposition is not always the most promising. Consequently, the same regulation suggests that this type of localities must have a management plan. These results provide the basis for, in another phase of the study, determining the potential for reduction and recycling of the residues found and to prescribe the alternative handling of them in accordance with national standards.

Key words: social metabolism, waste characterization, waste stream, management plan.

INTRODUCCIÓN

El INEGI (2012) considera como urbana a la localidad de San Pedro Benito Juárez, municipio de Atlixco, Puebla. No obstante, su población tiene como principal ocupación y fuente de sustento la agricultura, caracte-

rística central de la población rural. La población local demanda fertilizantes para la producción agrícola, necesidad que puede ser atendida mediante el reciclaje de la fracción orgánica de los RSU que la propia localidad genera. Por esta razón, se realizó el estudio de la determinación de los Residuos Sólidos

Urbanos (RSU) que la población de esta localidad genera para sentar las bases del aprovechamiento de la fracción orgánica de este tipo de residuos en la elaboración de abono orgánico para la producción agrícola.

Como punto de partida se retomó a Fischer (2002), quien plantea que las sociedades, en cuanto a su evolución y la satisfacción de sus necesidades de existencia, desarrollan distintas formas de apropiación de los recursos naturales para la producción de bienes o servicios, la transformación de los productos, la distribución y el consumo. Estas acciones han propiciado cambios en la generación de residuos, o excreción, causantes de importantes problemas ambientales y sociales a niveles local y global. Las sociedades, que en sus inicios, solo generaban residuos orgánicos de nula o baja peligrosidad; tras su desarrollo, producen residuos inorgánicos de alta peligrosidad, lo que hace que el problema de la generación de residuos y sus efectos vaya en aumento en la medida que la población, la urbanización y la industrialización incrementan (Toledo & González de Molina 2007).

En palabras de Allmark (2002), el metabolismo de los ecosistemas funciona de manera diferente al de las sociedades, el cual aumenta su complicación en la medida que la sociedad crece, se moderniza o se industrializa. Por lo anterior, el objeto de estudio en este trabajo corresponde a lo que la literatura ha definido como el diagnóstico, en este caso, de los residuos sólidos urbanos en una localidad mexicana. Así pues, se entiende como una primera fase de lo que a futuro puede aterrizar en un plan de manejo en el que por lo menos los residuos orgánicos sean reciclados para reducir el flujo hacia su destino final: el relleno sanitario. Desde esta perspectiva, el objetivo consiste en estudiar los RSU generados en la localidad para determinar el manejo que la población hace de estos, así como la cantidad y su caracterización, con el objetivo

de sentar las bases que orienten la definición de líneas de acción que mejoren el manejo actual.

De las perspectivas de análisis del tema en cuestión

Dentro de los conceptos tratados para entender y atender el tema referido, sobresale el concepto teórico y metodológico del “metabolismo social” para el estudio de la relación sociedad-naturaleza, ya que este considera el análisis de la dinámica de entradas y salidas que requiere la sociedad para su reproducción, de acuerdo con el uso de recursos naturales en producir bienes o servicios para satisfacer las necesidades de consumo de las personas, a partir de lo cual generan desechos. Desde esta perspectiva, se involucra la problemática socioambiental de forma integral, misma que en gran medida es derivada de los residuos que la sociedad genera. De manera análoga con la noción biológica de metabolismo, el concepto de metabolismo social se utiliza en el estudio de las relaciones entre la sociedad y la naturaleza, porque describe y cuantifica los flujos de materia y energía intercambiados entre la sociedad y los ecosistemas.

El metabolismo de referencia lo realizan los seres humanos en forma individual y colectiva a través del proceso social del trabajo y el consumo, en los que ocurre la relación entre la sociedad con la naturaleza (Fischer 2002). Así, el proceso metabólico entre la sociedad y la naturaleza está constituido a partir de cinco fases o procesos diferenciables y evidenciables. Siguiendo a Fischer, tales fases consisten en la apropiación de los recursos naturales para desarrollar los procesos de producción de bienes o servicios, la transformación de la producción, la distribución de los bienes, el consumo de los bienes y la excreción de residuos resultante en

cada caso. Los residuos generados en la fase de producción y transformación pueden ser más o menos contaminantes dependiendo del modo de producción utilizado: el industrial o el artesanal. En la fase de distribución ocurrirá lo mismo dependiendo del uso de circuitos cortos o largos de comercialización. El metabolismo social o metabolismo socioeconómico, en general, comprende a su vez, para fines de estudio, tres dimensiones principales: el metabolismo rural, el metabolismo urbano y el metabolismo industrial (Toledo 2008). Por ello, los RSU son distintos en las sociedades urbanas vinculadas a las actividades agrícolas o como las llama el Instituto Nacional de Capacitación Rural A.C. Diario Oficial de la Federación (2015): sociedades semiurbanas, definidas así por comprender poblaciones entre 2.500 y 15.000 habitantes, rango en el que se ubica San Pedro Benito Juárez, y las sociedades urbanas con poblaciones mayores a 100.000 habitantes que no tienen relación con las actividades agrícolas. Por esta razón, fue interesante realizar este estudio en una localidad urbana, de acuerdo con el concepto manejado por el INEGI (2012), con la salvedad de que en este caso una mayor proporción de la población tiene como principal fuente de ocupación las actividades agrícolas. Debido a ello, la fracción orgánica de los RSU generados puede ser una fuente importante de nutrientes para mejorar los suelos agrícolas y la producción de los cultivos. Por ser una localidad con rasgos rurales, en los hogares también se generan otros residuos como la ceniza (en las cocinas aún usan leña como combustible), el estiércol y residuos asociados a este por su dedicación a la cría y explotación de distintas especies pecuarias.

La perturbación ambiental, la pérdida de la calidad y la disponibilidad de recursos naturales registrados en México y en el mundo hacen necesario el requerimiento de iniciativas que contribuyan a su mitigación, y el pre-

sente estudio es uno de estos. En apoyo a ello, en cada país y en las organizaciones internacionales surge una regulación ambiental cada vez más estricta. Asimismo, en las últimas décadas ha crecido la necesidad de reducir, reusar y reciclar los desechos de las actividades humanas y del consumo; con el objetivo de racionalizar la extracción de los recursos naturales y llevar menos residuos al ambiente para que la capacidad de reproducción de los primeros y de asimilación de los segundos por los ecosistemas no sea rebasada, con el propósito de contribuir a mitigar sus efectos en los recursos naturales y la salud de los seres vivos.

El incremento de la población y la urbanización, así como el cambio propiciado a partir de la segunda mitad del siglo XX en los esquemas de apropiación de los recursos naturales para la producción, transformación, distribución y consumo, han conducido a re-crecer el problema de la eliminación de los residuos y sus efectos negativos. Expresiones de esto son: el aumento de la producción de desechos tanto orgánicos como inorgánicos, peligrosos y no peligrosos, derivados de formas de producción, transformación y distribución que fomentan el uso de energía fósil y de material de embalaje contaminante; las fallas para la recolección en el espacio y en el tiempo; y la disposición final deficiente. Prueba de ello son los basureros a cielo abierto, característicos del destino de los RSU (Di Pace & Crojethovich 1999). Estos hechos explican los procesos de apropiación de los recursos naturales hasta la excreción de residuos correspondientes al metabolismo social, en cualquiera de sus dimensiones, y las consecuencias por las fallas en el manejo de dichas excretas (González de Molina 2010).

Para proponer iniciativas de desarrollo o para fijar prioridades de investigación en cualquier campo, es necesario conocer en principio la realidad sobre el fenómeno

de interés. Durante las últimas décadas, en distintos campos de la intervención para el desarrollo, distintos autores han realizado diagnósticos para conocer la realidad de los fenómenos en los que interesa intervenir. Así, en la cadena conceptual donde se posicionan los referentes teóricos de este estudio, el de diagnóstico ensambla con el de metabolismo social tratado previamente, considerado como una perspectiva de análisis espacial y temporal para la caracterización de una situación o fenómeno mediante el análisis de sus acontecimientos o variables; que para el caso de estudio, tales variables comprenden: el manejo de los residuos, volumen total, volumen generado por habitante por día, volumen generado por habitante por año, peso volumétrico y categorías de residuos. En consecuencia, el diagnóstico constituye el fundamento de las estrategias que han de ayudar en las intervenciones para atender necesidades y aspiraciones de los distintos actores sociales involucrados en la atención de un fenómeno. Para Ander (1987) el diagnóstico consiste en lograr una apreciación general de una situación problemática, con relación a las necesidades, problemas, demandas, expectativas y recursos disponibles para realizar una intervención. Por su parte, Moreno (1999) sostiene que el diagnóstico es la base del proceso de planificación que ayuda a definir cómo y dónde intervenir para obtener mejores resultados, disminuyendo el riesgo y optimizando los recursos disponibles. El diagnóstico utiliza un conjunto de técnicas y herramientas que facilita la participación de los actores sociales involucrados en un fenómeno para que, a partir de ese punto, inicien a gestionar su planificación e implementación. Así, mediante el diagnóstico de los RSU, será alcanzado el objetivo planteado en este estudio.

En la sucesión de conceptos que fundamentan este estudio el vocablo “residuo” alude al material que queda de un insumo o de

un producto, después de que fue utilizado en algún proceso de producción de bienes o de servicios, o la propia alimentación humana o animal. Es usado como sinónimo de basura, por hacer referencia a los desechos que la sociedad genera tras desarrollar un proceso de trabajo o de consumo, involucrados en lo que en este estudio ha sido denominado metabolismo social. Los residuos son susceptibles de valorizar o requerir sujetarse a tratamiento o disposición final. Por su parte, la reducción de residuos consiste en clasificarlos por categorías como un primer paso de su manejo. Mientras que el reúso consiste en volver a utilizar un residuo, una vez que en un proceso o que alguna persona lo han desechado. Entonces, el reciclaje reside en someter a procesos fisicoquímicos o mecánicos a un material o producto, o una parte de este que ya ha sido utilizado, a un tratamiento para obtener una materia prima u otro producto como lo plantea la (Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos 2012).

Hasta no hace mucho, los residuos solían ser considerados por el generador como aspectos negativos y periféricos de sus actividades o su consumo y no como un contaminante, ni mucho menos como una posible fuente de empleo e ingresos. Generalmente los residuos eran desechados a través de su disolución, dispersión o vertiéndolos en tiraderos; en oposición a como lo hace un ecosistema, donde los organismos funcionan como productores, consumidores y descomponedores, y donde la materia y la energía fluyen de los productores a los recicladores y viceversa (Gliessman 2002). Por otro lado, en la sociedad no todos sus integrantes son productores, aunque sí todos son consumidores, mientras que hay pocos recicladores. La sociedad trasfiere la función del reciclaje a los ecosistemas, con ello, ocasiona problemas ambientales y sociales de distinta magnitud cuando el flujo de residuos es mayor a la capacidad de

reciclaje que tienen los ecosistemas (Allmark 2002).

Hasta que la sociedad hizo conciencia sobre los efectos de los residuos, su potencial de reciclado y de reúso; así como la oportunidad de generación de empleo e ingresos a partir de su manejo y reciclaje, los desechos se empezaron a clasificar y a reducir. Estos fueron los primeros pasos para crear un plan de manejo para cada grupo de residuos resultante en los diferentes espacios. Tanto la clasificación como el reúso y el reciclaje de los residuos tienen como propósito reducir, evitar o eliminar estos desde su fuente u origen (Williams 1998). Esto, siguiendo a Buenrostro et al. (2001a), fue cada vez más necesario, y en particular en México, debido al aumento de la población y la urbanización, las cuales están asociadas en forma espacial y temporal con la generación de residuos (Buenrostro et al. 2001b; Buenrostro et al. 2001c). El flujo mayor de desechos es acompañado de conflictos sociales, ambientales y costos económicos atribuidos a su recolección, manejo y disposición final por lo que es importante su estudio (Castillo 1983, Castillo 2003). De manera que, la demanda creciente de los recursos naturales renovables está obligando a que estos sean utilizados en forma racional para evitar su deterioro y agotamiento.

En el manejo de los residuos, las instituciones involucradas en las regulaciones ambientales de cada país clasifican los residuos de distinta manera. Por su origen pueden ser domiciliarios, comerciales, agropecuarios, industriales, hospitalarios o algún otro. Por su composición pueden clasificarse en orgánicos e inorgánicos. Por su estado o forma son divididos en sólidos, líquidos o gases. Por el daño que pueden ocasionar a los seres vivos e inertes pueden clasificarse en distintas categorías de peligrosidad, encontrando los de manejo especial, los incompatibles y los peligrosos (Ley General para la Prevención y

Gestión Integral de Residuos 2012).

Los RSU, como han sido llamados los residuos domiciliarios o municipales, motivo de este estudio, son generados en las casas habitación, resultando de la eliminación de los materiales que las personas utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen, incluyendo vestido y calzado, y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía y lugares públicos con características semejantes a la de los residuos domiciliarios. En este tipo de residuos existen materiales, o sus partes, que pueden volver a ser utilizados como materia prima para elaborar otros productos, sin tener que regresar a usar los recursos naturales como al principio (Williams 1998).

Es así como, a partir de la clasificación y el retiro de materiales reusables y reciclables del flujo de desechos, se reduce la cantidad y el volumen de desperdicios que son enviados a disposición final para su confinamiento, lo cual resulta de beneficio para el medio ambiente y la sociedad en varios frentes (Tonglet et al. 2004). Derivado de lo anterior, la reducción, reúso y reciclaje de los residuos es convertida en prioridad local, nacional y mundial, creando, como en el caso de México, regulaciones ambientales y legales que sustentan un plan de manejo como es estipulado en las referencias normativas nacionales en la materia (SEMARNAP 1999, INE 1999, SEMARNAT 2001), la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT- 2003 y las Normas Mexicanas: NMX-AA-015-1985, NMX-AA-019-1985, NMX-AA-022-1985, NMX-AA-061-1985 y NMX-AA-091-1985

La cantidad de desechos sólidos, líquidos y gaseosos, y su consecuente efecto en el ambiente y la salud de los seres vivos, son una manifestación de la compleja relación que existe entre el ser humano agrupado en sociedad y la naturaleza (Galafassi 1993). La

apropiación de recursos naturales para satisfacer las necesidades humanas y la generación de desechos son situaciones comunes a cualquier especie de ser vivo. La apropiación de los recursos naturales es convertida en problema cuando los recursos son utilizados a un ritmo mayor que el de las capacidades que tiene la naturaleza para reproducirlos. Al igual que cuando los desechos son generados a un ritmo que sobrepasa la capacidad de absorción que tienen los ecosistemas a los cuales son dirigidos los residuos, aspectos que contravienen los principios básicos de la sostenibilidad (Nebel & Wriqth 1999).

La historia del reciclaje con la intervención humana inició muy atrás en el tiempo. Los arqueólogos apuntan haber encontrado evidencias del origen del reciclaje alrededor del año 400 a.C.; y desde entonces ocurre de diversas maneras. Sin embargo, el reciclaje tal y como es conocido en la actualidad es algo que ha sido practicado e incrementado en el último siglo, posterior a la Segunda Guerra Mundial. Sin embargo, en un diagnóstico sobre los RSU realizado en los países de América Latina y el Caribe en pleno siglo XX, se plantean señalamientos en diversos aspectos críticos sobre su manejo, los cuales son agrupados bajo seis categorías o problemáticas: 1) institucional y legal; 2) técnica y operativa; 3) económico-financiera; 4) salud; 5) ambiente; y 6) social y comunitaria (Acurio et al. 1997).

En la búsqueda de explicaciones para discutir sobre los problemas ambientales no suelen existir grandes dificultades. Estas aparecen cuando la intención es dilucidar las causas de dichos problemas y cómo intervenir para modificarlas. Por esta razón, a continuación, se expondrá el panorama de los RSU generados en el país.

Los residuos sólidos urbanos en el contexto nacional y la localidad en estudio

La generación anual de RSU en México va en aumento, para el año 2001 eran 31,4 millones de toneladas, mientras que para el 2012 aumentó a 42,9 millones. Esto representa un crecimiento del 26,8%. Por su parte, la entidad de Puebla, contigua a la ciudad de México, la más poblada del país, contribuyó al total de residuos generados en un 1,3% en 2001 y subió a 1,8% en 2012; con un crecimiento mayor a la media nacional, representado por el 27,7%. A nivel nacional la media de generación de RSU en 2014 fue de 0,99 kg/hab/d, cuando en 2001 era de 0,69, lo que refleja un incremento del 30,3%; en casi una década y media, resultado que puede ser más alarmante al considerar el crecimiento de la población en el mismo periodo (INEGI 2014). Este aumento está asociado a los cambios en las formas de apropiación de los recursos naturales para la producción de bienes y de servicios, la transformación, la distribución y el consumo como fases del metabolismo social (Toledo 2008).

Al revisar la generación de RSU a distintas escalas en el país, la escala con mayor aumento de 2001 a 2012 ha sido en las ciudades medias, seguida de las ciudades pequeñas, las zonas metropolitanas y por último las localidades rurales y las semiurbanas, registrando estas últimas un incremento menor, lo que puede ser debido a que en la penúltima y última escala no siempre existe el servicio de recolección de desechos; o bien, no todos los habitantes, ni todos sus desechos van al camión recolector. En San Pedro Benito Juárez, no todos sus habitantes entregan al camión recolector sus residuos, por lo que hay un desconocimiento de la cantidad de residuos que no llegan al relleno. SNIARN (2016) indicó que la cobertura en la recolección de RSU en las localidades rurales o semiurbanas

alcanzó el 13%, mientras que en las áreas metropolitanas fue del 90 %. Razón por la cual, volúmenes considerables de los espacios rurales quedan fuera de las estadísticas, véase Tabla 1. A pesar de que las grandes urbes son las que disponen de mejores condiciones para el tratamiento de residuos, hasta en fechas recientes han adoptado medidas para la reducción.

Escala	% de incremento de 2001 a 2012
Zonas Metropolitanas	23,10
Ciudades medias	32,30
Ciudades pequeñas	26,13
Localidades rurales o semiurbanas	8,50

TABLA 1. PORCENTAJE DE CRECIMIENTO DE LA GENERACIÓN DE RSU EN MÉXICO A DIFERENTES ESCALAS ESPACIALES ENTRE 2001 Y 2012. FUENTE: SNIARN, 2016.

Percentage of growth of USW generation in Mexico at different spatial scales between 2001 and 2012.

Las estadísticas nacionales desde el año 2011 dividieron los RSU en ocho categorías, para 2014 la categoría que encabezó en forma significativa el mayor volumen, más del 50 %, fue la de residuos orgánicos, Fig.1. Categorías y tendencias similares fueron observadas en América Latina (Acurio et al. 1997) y en España (Seoáñez 2000). En San Pedro Benito Juárez es posible encontrar la misma tendencia; sin embargo, hay desconocimiento de sus proporciones.



FIGURA 1. GENERACIÓN DE RSU EN TON EN MÉXICO POR TIPO EN 2014 (INEGI 2014).

Generation in ton of USW by type in Mexico in 2014.

Los RSU que están siendo dispuestos en los rellenos sanitarios o en los tiraderos a cielo abierto en México, debido a las características de humedad y su capacidad de descomposición, desprenden gases como el metano, contribuidores del cambio climático y olores desagradables, atrayentes de gran variedad de especies animales que atentan contra la salud humana, como lo reportan Schweigmann et al. (1996) y Schweigmann et al. (1997), por el vector del dengue y la fiebre amarilla en Argentina. Sobre este aspecto, en un recorrido por el relleno sanitario regional en el que la localidad de San Pedro Benito Juárez dispone sus residuos, fueron contados 30 perros, enjambres de moscas y moscos, la percepción de los malos olores, así como la observación de los lixiviados generados a las 13:00 h del día 15 de enero de 2016. Los lixiviados no han sido cuantificados por los administradores del relleno, son depositados en un espacio contiguo al relleno, los que llegan al medio ambiente por evaporación y lixiviación. De manera que posibilitan la contaminación de

cuerpos de agua superficiales y subterráneos, generando consecuencias a los acuíferos que abastecen de agua para consumo humano y animal, los sistemas de riego agrícola y los ecosistemas acuáticos aledaños. Sin embargo, la mayoría de los RSU son susceptibles de reciclar, la disyuntiva está en determinar la alternativa más promisorio sobre un plan de manejo en cada caso.

La SEDESOL (2012) plantea que, a escala nacional, de 1997 a 2011, el reciclaje no alcanzó el 5%, pasando de 1,2% a 4,8%; en consecuencia, hay una proporción muy distante de alcanzar la cantidad generada. Del volumen reciclado el mayor porcentaje correspondió a papel y cartón, seguido de vidrio, metales, plástico y textiles. En el relleno sanitario del contexto estudiado, fue informado que solo se separa parcialmente el PET, que después es vendido, (Wilfrido Ramos Cisneros, comunicación personal 2016). Mientras que en San Pedro Benito Juárez no hay información sobre este aspecto, por lo que este estudio pretende solventar dicho vacío.

En México, el INEGI (2014) indicó que la forma en que la población desecha la basura doméstica tenía siete posibilidades, con do-

minancia de la recolección domiciliaria. Más de la tercera parte de los residuos es eliminada fuera de un plan de manejo tanto a nivel nacional como del estado de Puebla, Tabla 2. Por este motivo, es necesario documentar cuantificaciones y caracterizaciones de residuos a distintas escalas para determinar las diferencias y proponer medidas acordes a cada escala. En San Pedro Benito Juárez hay desconocimiento sobre el manejo que hace la población de los RSU, por lo que este estudio dará información al respecto.

Tomando en cuenta la información anterior a continuación es presentada la estrategia metodológica que permitió el logro del objetivo planteado.

MATERIALES Y MÉTODOS

El referente empírico de este estudio fue la localidad de San Pedro Benito Juárez, ubicada a los 2.340 msm, a una Longitud de 18° 56' 34" y una Latitud de 98° 33' 02", a 27,2 Km al sur de la ciudad de Atlixco, Puebla, México. Según el INEGI (2014) esta localidad es considerada urbana; sin embargo, su

Escala	Recolección domiciliaria	Forma de desechar la basura						
		Basurero público	Contenedor o depósito	Quema	Entierra	Terreno baldío o calle	Barranca, río, lago o mar	No especificado
México	78,65	1,31	3,89	14,51	0,38	0,35	0,30	0,61
Puebla	68,50	0,76	7,62	20,83	0,58	0,7	0,60	0,41

TABLA 2. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LAS FORMAS DE DESECHAR LA BASURA A ESCALA NACIONAL Y POBLANA. Fuente: INEGI 2010.

Percentage distribution of waste disposal methods at national and pueblan levels.

población encuentra su mayor ocupación en las actividades agrícolas, característica de las localidades rurales.

La estrategia metodológica para lograr el objetivo planteado involucró cuatro fases: el cálculo de la muestra informante, la elaboración de cuestionario, el piloteo y la determinación de informantes, levantamiento de encuesta y la recolección de residuos por unidad de muestreo, Fig. 2.

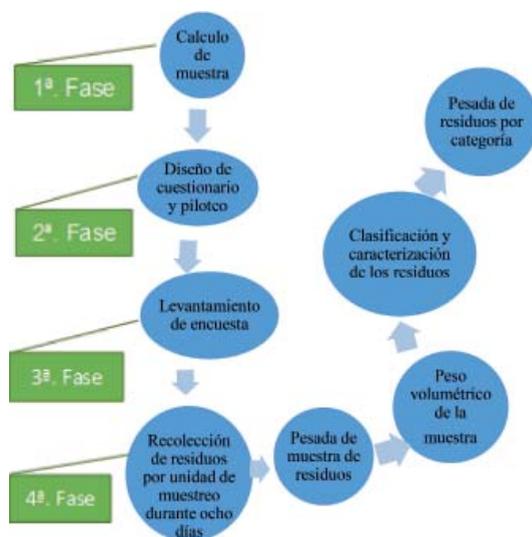


FIGURA 2. FASES DEL PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR EL MANEJO, LA ESTIMACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS GENERADOS EN SAN PEDRO BENITO JUÁREZ.

Stages of the procedure for determining the management, estimation, characterization and final disposal of urban solid waste generated in San Pedro Benito Juárez.

La primera fase consistió en calcular la muestra de sujetos que informaron sobre el manejo de los RSU en la localidad y su volumen, para ello se utilizó el muestreo simple aleatorio a partir de la fórmula para conoci-

miento de la población propuesto por Pérez (2005) y descrito en la NMX-AA-61-1985. En el cálculo de la muestra fue considerada una confiabilidad del 95% y un error de 5%. La base para el cálculo fue el universo de muestreo de 741 viviendas, de donde provienen los RSU locales y reportados por el INEGI (2014), resultando 253 personas a encuestar y de las cuales fueron cuantificados y caracterizados los residuos que generaron por día durante un periodo de ocho días, muestra que representó el 34,14 % del universo referido.

La segunda etapa residió en elaborar un cuestionario y pilotarlo siguiendo las indicaciones de Hernández et al. (2007). El cuestionario fue estructurado con preguntas cerradas y abiertas para indagar sobre características generales de las personas entrevistadas como la edad, escolaridad e integrantes de la familia. Características agropecuarias referidas a la disposición de predios agrícolas, solar o traspatio, cultivos sembrados y especies ganaderas. Así como, cuestiones relativas a la disposición de residuos en el transporte recolector, separación de desechos que se generan en el hogar, su manejo y su uso. Bajo el supuesto de encontrar otros temas de indagación con este estudio, fueron incluidas dos interrogantes más: una para saber sobre la disposición de los informantes para colaborar en la segunda etapa del diagnóstico de los RSU y otra para conocer su interés por aprender a mejorar los abonos orgánicos utilizados. En esta fase, fue piloteado el cuestionario, lo cual ayudó a reformular las preguntas y determinar que las mujeres jefas de familia serían las personas a encuestar, debido a que, durante esta fase, informaron que son ellas las que acopian y manejan los desechos que genera la familia, razón por la que fueron ellas quienes proporcionaron la información al respecto.

La tercera fase fue dedicada al levantamiento de la encuesta en el domicilio de cada

una de las unidades de muestreo.

En la cuarta fase, no fue posible determinar el peso de los RSU debido a que, en primer lugar, no todos los habitantes de la localidad ponen a disposición del camión recolector sus residuos, ni quienes lo hacen, los ponen en su totalidad (sobre todo aquellos residuos derivados de la actividad agropecuaria). Y segundo, el camión recolector lleva un determinado volumen de carga al momento de llegar a recolectar en la localidad, y debido a que no se cuenta con una báscula con la capacidad para comparar el peso cuando entra y la tara cuando sale, no fue posible establecer por este medio los parámetros a considerar. Por ello, la opción fue recolectar los residuos por día durante un periodo de ocho días por unidad de muestreo para determinar la cantidad neta, per cápita y volumétrica, así como su caracterización física, bajo las indicaciones de la NMX-AA-061-1985, proporcionando a cada unidad de muestreo una bolsa de polietileno transparente de 0,70 m x 0,50 m y calibre 200, con el propósito de ver a simple vista el tipo de desechos generados cada 24 horas

Cada 24 horas a partir de la entrega de la bolsa para el acopio de los desechos, fue colectada esta bolsa con su contenido en cada unidad de muestreo y se entregó una bolsa vacía, continuando así hasta completar los ocho días. En el mismo lugar y a la vista de los integrantes de cada familia fueron pesadas cada una de las bolsas con su respectivo contenido, registrando su peso para después hacer la sumatoria por día del total de muestras y obtener el Peso neto. El Peso volumétrico fue obtenido como lo plantea la NMX-AA-019-1985 mediante la fórmula $Pv = \text{Peso neto} / \text{Volumen del recipiente}$. El recipiente utilizado fue un tonel con un volumen de 200 l. Después fueron clasificados los residuos y pesado de cada tipo encontrado. Otra acción, consistió en calcular el porcentaje del peso por cada

tipo de residuo, a partir de las especificaciones señaladas en la NMX-AA-022-1985, al calcular el cociente del peso en Kg del tipo de residuo (G1) entre el peso total en Kg de la muestra (G) multiplicado por 100, a partir de la fórmula: $PPTR = (G1/G)(100)$.

La información obtenida en la tercera y cuarta fases fue codificada para su sistematización y capturada en forma electrónica para su análisis mediante estadísticos descriptivos con el programa Statistical Package for Social Sciences (SPSS), versión 15. De forma tal, que los resultados forman parte de un proceso indagatorio y de futura intervención en la localidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características sociales de las informantes

Las 253 madres de familia encuestadas registraron una edad que fluctuó entre los 24 y los 80 años, donde más del 50% estuvo en el rango de 50 a 59 años. Esta situación indica la existencia de dos generaciones claramente marcadas. La de los padres, generación en remplazo, y la de los primogénitos, que en la pirámide de edad de la población de la localidad está representada por más del 50 % entre edades menores de los 14 años (INEGI 2012). Esta tendencia ubica a un porcentaje importante de la población en edad escolar, el cual puede ser prioritario para iniciar un programa sobre aspectos de la cultura de la reducción, reúso y reciclaje de residuos.

Respecto a la escolaridad, es importante señalar que un 30% de las personas encuestadas no había asistido a la escuela, mientras que el 50% había realizado estudios de primaria o de secundaria inconclusa, un 15% había terminado la primaria y solo el 10% la secundaria, lo que resulta en un bajo acceso

de las mujeres a la educación. Las que con seguridad presentan dificultades para comunicarse por escrito, debido a que el INEGI (2012) registra un analfabetismo en adultos del 13,41%. Este resultado podría esperarse, ya que la localidad tiene un grado de marginación alto de acuerdo con la CONAPO (2012) y un grado de rezago medio según la CONEVAL (2012). Entre los indicadores que integran estos índices están los relativos a la educación que, de acuerdo con lo encontrado, son bajos en la localidad. La escolaridad de las personas es una variable para tomar en cuenta a la hora de utilizar los medios de comunicación para desarrollarla de manera asertiva con personas de estas características, al igual que al realizar intervenciones a través de la capacitación.

El grupo familiar de cada encuestada varía respecto al número de miembros; el 17% consta de 3 a 5 miembros, el 53% entre 6 y 7 y el 30% entre 7 y 8; teniendo como promedio 4,2 miembros por familia, lo cual coincide con el reporte del (INEGI 2012). En la satisfacción de las necesidades de existencia de estas familias hay una generación de residuos que no han sido identificados ni cuantificados, de igual manera se desconoce de su manejo. En consecuencia, su potencial de reducción y reciclaje para su uso en la generación de empleo e ingreso en la reducción y venta de la fracción de papel, cartón, metales y vidrio o de la fracción orgánica en la agricultura, es desconocido. Es por ello, que fue necesario indagar sobre sus actividades agrícolas.

Características agrícolas de las informantes

En atención a la posesión de terrenos para siembra, un 16% de las mujeres indicó que en su familia no disponen de parcela, el 4% disponía de un predio para siembra y pastoreo de sus animales, un 45% declaró contar

con dos y un 35% tres predios, situación que señala fragmentación de la tierra. La superficie de parcela que cada familia dispone también varía, ya que el 30% dispuso de una a tres hectáreas, el 25% de 3,1 a 4,0; el 30% de 4,1 a 5 y el 25% más de cinco ha. En esta superficie predomina la siembra de maíz y maíz asociado con frijol, sobre otros cultivos como amaranto, haba, alfalfa o frutales, como el aguacate, que son cultivados en superficies menores bajo condiciones de temporal. No se detectó la siembra de hortalizas en las parcelas, mientras que sí se observó un número escaso de huertos o solares en las casas. Un 16% menciona que no siembra debido a que, como fue indicado, no dispone de parcela

Dicen las entrevistadas que las hortalizas son compradas en las verdulerías locales y en la cabecera municipal, porque allí siembran estas ya que cuentan con agua para riego. Esta situación indica una oportunidad para introducir la siembra de estas especies a pequeña escala utilizando los residuos de la fracción orgánica de los RSU para elaborar sus abonos. Esta producción podría servir tanto para el autoconsumo, como para la venta de excedentes y la generación de empleo e ingreso.

Sobre la disposición de traspatio o solar, la totalidad de las entrevistadas mencionó contar con este espacio, debido a que su vivienda está asentada en terrenos comunales, que al recibir la dotación eran tierras con monte o de cultivo. Estos espacios tienen dimensiones variables, que van desde los 64 m² hasta los 2.000 m², con un promedio de 700 m². A su vez, esta superficie tiene potencial de siembra y cosecha de hortalizas a pequeña escala, siembras que pueden ser abonadas con los residuos orgánicos locales, bajo tratamiento previo para la formación de abono. Así mismo, la explotación de aves y otras especies menores están siendo desaprovechadas.

Respecto a los animales domésticos, el 14% señala que no dispone de estos, lo cual

concuera con las personas que no disponen de superficie agrícola, el resto posee distintas combinaciones de bovinos, equinos, caprinos, ovinos, porcinos, conejos o aves. Así como en el consumo familiar, en las actividades agrícolas y las pecuarias son generados diversos residuos que en la localidad no han sido cuantificados, y existen oportunidades de mejora en su manejo. Por lo que se desaprovecha el potencial de reciclaje que estos tienen para mejorar su principal actividad que es la agricultura.

Manejo de los residuos generados

La generación de desechos en una sociedad puede estar acompañada de su manejo, el cual puede ser eficiente, deficiente o estar ausente. En cualquier situación de manejo, este conlleva al aprovechamiento de los residuos para algún fin o su disposición final, como plantea la (Ley General para la prevención y gestión integral de los residuos, 2012). En el caso de la localidad de San Pedro Benito Juárez, el manejo de los residuos sólidos urbanos, desde su generación en los hogares y servicios hasta la última fase de su tratamiento, se realiza a partir de la recogida, transporte y el tratamiento por el servicio público.

Este manejo puede ser calificado como deficiente debido a que en la localidad la recogida se caracteriza por ser no selectiva; es decir, no hay una reducción de los residuos en la fuente generadora, no hay un espacio o contenedor para el depósito en las calles o algún sitio en la localidad. Algún miembro de la familia saca los residuos en bolsas o botes para entregarlos al transporte recolector, que acude a la localidad un día por semana. El número de recipientes que usan para almacenar los residuos a entregar al transporte de recolección es uno. Estos hechos indican que los residuos son mezclados y en consecuencia

viene el deterioro de su calidad, pérdida de valor económico y reducción de posibilidades de aprovechamiento. El transporte recibe los residuos y los comprime hasta llenar su compartimento, el cual, en palabras del conductor, tiene una capacidad de almacenaje de 10 toneladas, (Anastasio López Díaz, comunicación personal). De esta manera, los residuos se trasladan hasta el relleno sanitario, en donde el tratamiento consiste en compactarlos con maquinaria pesada para su reducción. Para determinar cómo la muestra estudiada interviene en el manejo de los RSU que realiza el municipio, se consultó con qué frecuencia depositan sus residuos en el transporte recolector. El 50% de la muestra indica que no pone a disposición del transporte recolector sus residuos, un 30% dice que a veces y el 20% señala que nunca, Fig. 3.

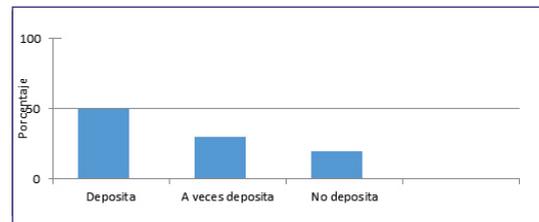


FIGURA 3. PORCENTAJE DE PERSONAS QUE DEPOSITAN EN EL CAMIÓN RECOLECTOR LOS RESIDUOS GENERADOS EN LOS HOGARES DE SAN PEDRO BENITO JUÁREZ.

Percentage of people who deposit in the trash truck the waste generated in homes of San Pedro Benito Juarez.

Entre las razones por las que las personas no ponen a disposición del transporte recolector los residuos, se citan en orden de importancia las siguientes: por tener espacio donde dejarlos, porque los residuos comestibles los usan para alimentar animales, los queman, los depositan en un hoyo o los regalan. Debido a lo anterior, se indagó sobre los hábitos de la

separación y reciclaje de los residuos, y se encontró que un alto porcentaje de los casos encuestados realiza la separación de los desechos orgánicos de los inorgánicos, lo que evidencia que realizan una de las fases del manejo que es la separación, acción que presenta posibilidades de mejora, Fig. 4.

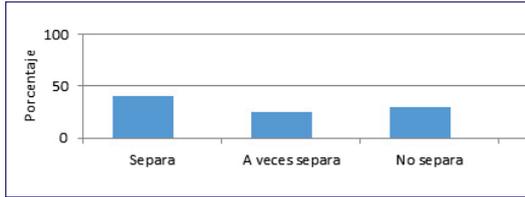


FIGURA 4. PORCENTAJE DE PERSONAS QUE SEPARAN LOS DESECHOS GENERADOS EN LOS HOGARES DE SAN PEDRO BENITO JUÁREZ.

Percentage of people that sort out the waste generated in homes of San Pedro Benito Juárez.

Así, ejecutan otra fase del manejo: el reúso o reciclaje; ya que depositan los desechos orgánicos, aunque, sin algún tratamiento, que mejore su contenido nutrimental, en los tras-

patios o solares y predios de cultivo aledaños a las casas o en las parcelas, así como su uso como alimento de los animales domésticos, ubicando en este aspecto oportunidades para mejorar su aprovechamiento. Mientras que los residuos inorgánicos son tirados en algún lugar de la propiedad o entregados al servicio de recogida, lo que implica otra fase del manejo, que es la disposición final, misma que sigue dos vertientes: la incorporación sin algún tratamiento en el ecosistema local y la disposición en el camión recolector, como muestra la Fig. 5. Cabe mencionar que un plan de manejo de residuos requiere un elevado grado de conciencia y colaboración ciudadana para funcionar, aspectos que en la localidad están un tanto ausentes.

Tanto la disposición de los residuos en los predios, en hoyos y los comederos de los animales, evidencian la práctica del reciclaje, aunque no de la forma más promisoriosa. Sin embargo, estas prácticas tienen posibilidades de perfeccionamiento. Se desaprovecha la porción que no se recicla, pues podría tener diferentes usos. Esta situación abre un abani-

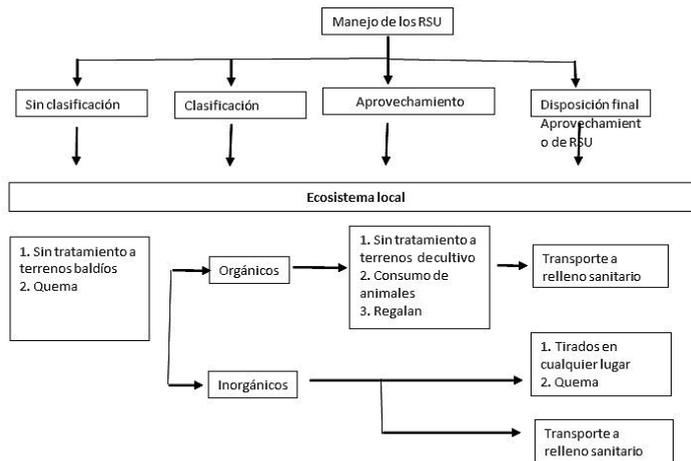


FIGURA 5. MANEJO DE LOS RSU EN SAN PEDRO BENITO JUÁREZ.

USW management in San Pedro Benito Juárez.

co de oportunidades de intervención, primero para incorporar prácticas de manejo por las personas que no la realizan, y segundo, para mejorar el manejo actual. De acuerdo con el uso que hacen de los residuos, se vislumbra la posibilidad de mejorar diferentes acciones comprendidas en el manejo de los RSU como son: la clasificación, el reúso, el reciclaje y hasta la disposición final.

Son cinco las opciones identificadas de disposición final de los desechos en la localidad, la forma más recurrente consiste en depositarlos en el camión recolector, el cual los lleva al relleno sanitario regional. La disposición en los predios, en hoyos, quema, donación y los comederos de los animales evidencian la práctica del reciclaje. Sin embargo, la disposición de los residuos sigue la tendencia reportada a escala nacional por el (INEGI 2010). No obstante, estas prácticas tienen posibilidades de mejora, aunque se desaprovecha la porción no reciclada, que pudiera tener diferentes usos.

Ante la situación encontrada respecto al manejo de los residuos, fue importante consultar sobre el interés de las personas por participar en otra fase del estudio, la cuantificación y caracterización de los residuos.

La Fig. 6 muestra que la mitad de las encuestadas indicaron que están muy interesadas en seguir participando, dos de cada 10 señalaron que están interesadas, una de cada 10 indicó estar medianamente interesada y la misma proporción manifestó poco interés, mientras que solo una persona negó tener interés. La actitud encontrada en la población estudiada refleja una disposición importante para colaborar en el estudio en cuestión, lo que posibilitará realizar con éxito la segunda fase del estudio.

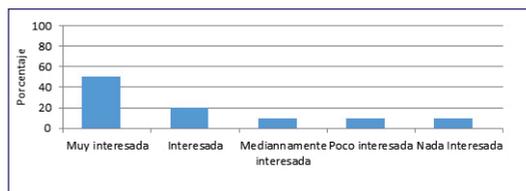


FIGURA 6. INTERÉS DE LAS PERSONAS POR PARTICIPAR EN LA SEGUNDA ETAPA DEL DIAGNÓSTICO DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN LOS HOGARES DE SAN PEDRO BENITO JUÁREZ.

Interest of people to participate in the second stage of the diagnosis of waste generated in households of San Pedro Benito Juárez.

Volumen de residuos generados y su caracterización física

La Tabla 3 expone que la localidad de San Pedro Benito Juárez tiene una generación diaria de residuos de 3,46 t, dato que no dista mucho de la información proporcionada por el conductor del camión recolector, quien desde su perspectiva indicó que la generación de residuos en la localidad rondaba las tres toneladas por día (Anastasio López Díaz, comunicación personal). El último registro de población en la localidad fue de 3.153 habitantes. De acuerdo con ello, la generación de residuos por día arroja una cantidad per cápita de 1,1 Kg/hab/d volumen superior al último reporte a escala nacional, calculado en 0,99 kg/hab/d (INNEGI 2014). Aspecto coincidente con lo expresado por Quispe (2015) respecto a que las sociedades dedicadas a la agricultura (zonas rurales) producen mayores cantidades de residuos que las zonas urbanas, donde no realizan actividades agrícolas. Desde las perspectivas abordadas, el volumen de residuos generados y la postura de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral

	Categoría de residuo	%	t/d
Cartón y papel	Papel bond, papel de envoltura, periódicos, revistas, libros y cajas	14,8	0,52
Orgánicos	Cascaras o partes de verdura y fruta, restos de alimentos preparados, restos de desbroce y poda, ceniza, estiércol y residuos de alimento de los animales	59,2	2,04
Plásticos	Bolsas, PET, unicel, contenedores, zapatos, recipientes de alimentos y de uso doméstico	9,5	0,32
Metales	Acero, aluminio, hojalata y cobre	2,8	0,09
Vidrio	Color transparente, ámbar y verde	5,8	0,21
Sanitarios	Pañales, toallas y papel	3,4	0,12
Cuero y piel	Zapatos, cinturones y aperos de labranza	2,7	0,09
Textiles	Ropa y blancos	1,8	0,07
Total			3,46

TABLA 3. VOLUMEN, CATEGORÍA DE RESIDUOS Y SU DISTRIBUCIÓN POR DÍA EN SAN PEDRO BENITO JUÁREZ.

Volume, category of waste and its daily distribution in San Pedro Benito Juarez.

de Residuos (2012), la localidad, como muchas otras del país, es ubicada dentro de los grandes generadores de residuos, al superar la cuota de 10 t de residuos al año. En consecuencia, existe la necesidad de determinar un plan de manejo acorde a las condiciones locales.

Los residuos generados corresponden a ocho categorías que agrupan residuos con características físicas coincidentes con las categorías encontradas en otras escalas nacionales (Buenrostro & Israde 2003, Taboada et al. 2011, Durán et al. 2013, INEGI 2014) e internacionales, con una dominancia de los residuos orgánicos sobre los inorgánicos (Acurio et al. 1997, Marmolejo et al. 2009).

A diferencia de las grandes ciudades, en la localidad fueron adicionados a los residuos de restos de alimentos y de jardinería, los de

ceniza y estiércol. Aspecto que hizo aumentar por un lado la categoría de los orgánicos, influyendo en los resultados de la generación per cápita. La presencia de ocho categorías en el flujo de residuos de la localidad evidencia la ausencia de recuperación de estos materiales en lo local, lo cual coincide con lo encontrado durante la observación y entrevista realizada al encargado del relleno sanitario regional donde, al igual que en la fuente de la generación de residuos, no hay una separación, por lo que al llegar al relleno pasan a ser compactados. Esta situación repercute en la mayor contaminación y el ciclo de vida del relleno. Las categorías de residuos orgánicos encontrados junto con la de los derivados de la celulosa conforman, al igual que en otras escalas donde han hecho caracterizaciones de los residuos, el mayor porcentaje. La fracción

de residuos orgánicos frescos o con contenido de humedad son los de mayor potencial de contaminación en el corto plazo, debido a su acelerado proceso de descomposición. Los residuos encontrados en la fracción inorgánica revelan que los hábitos de consumo en San Pedro Benito Juárez no difieren en forma considerable de los hábitos nacionales, como también lo encontró Barradas y Morales (2013) en un fraccionamiento de Nacajuca, Tabasco; esto se debe al tipo de productos al

que tienen acceso los habitantes en el mercado local y regional.

La Fig. 7 expone en términos del total de residuos generados por día en la localidad sus proporciones, las cuales indican una tendencia de proporciones muy cercana entre metales, sanitarios, cuero y piel; pero muy distante con respecto a cartón y papel y los residuos orgánicos, tendencias que pueden orientar las acciones a contemplar en un futuro plan de manejo.

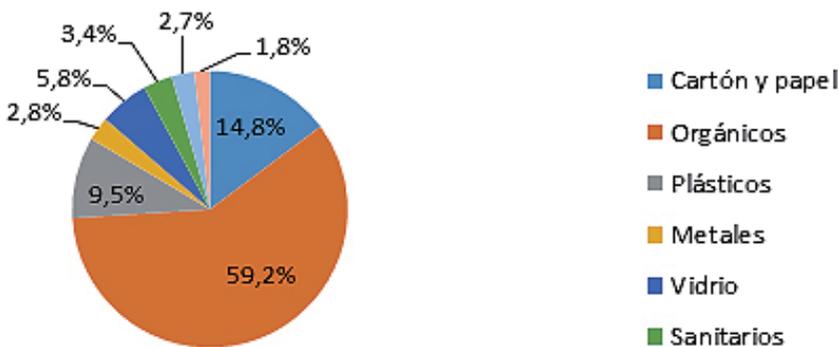


FIGURA 7. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL PESO DE LAS CATEGORÍAS DE RESIDUOS GENERADOS EN SAN PEDRO BENITO JUÁREZ. A partir de información de muestra estudiada en 2015.

Percentage distribution of weight of waste categories generated in San Pedro Benito Juarez.

Peso volumétrico (kg/m³)

El peso volumétrico de los residuos generados fue cuantificado en 284,56 kg/m³, con una variación de 255,5 a 312,0 kg/m³, Tabla 4. Este hecho plantea que existe un amplio potencial de compactación de estos residuos que puede favorecer su manejo, debido a que la literatura reporta hasta 600 kg/m³ (Mackerracher, 1978). Este beneficio orienta sobre el tamaño del recipiente o contenedor usado

para recolectar los materiales en cuestión, determinar la capacidad del medio de transporte en el que serán trasladados, así como las perspectivas de la vida útil del relleno sanitario.

Con la determinación de los residuos generados, su caracterización y como uno de los aspectos más promisorios en el manejo de estos es proponer su manejo alternativo, fue necesario consultar a las encuestadas sobre su interés en el aprovechamiento de los residuos orgánicos. Con la intención de explorar las

TABLA 4. CUANTIFICACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS GENERADOS EN SAN PEDRO BENITO JUÁREZ.

Quantification of volumetric weight of urban solid waste generated in San Pedro Benito Juarez.

Día Muestreado	Peso tambo kg	Peso residuos+ Peso tambo kg	Peso residuos kg	Volumen tambo m ³	Peso volumétrico
1	15	67,80	52,80	0,200	264,00
2	15	69,30	54,30	0,200	271,50
3	15	72,70	57,70	0,200	288,50
4	15	70,30	55,30	0,200	276,50
5	15	79,10	61,10	0,200	305,50
6	15	77,40	62,40	0,200	312,00
7	15	75,60	60,60	0,200	303,00
8	15	63,10	51,10	0,200	255,50
Promedio					284,56

posibilidades de continuar con otra fase del estudio o emprender en el corto plazo alguna línea de intervención.

A este respecto, cuatro de cada 10 encuestadas indican que están muy interesadas en conocer cómo mejorar los abonos orgánicos que utilizan en sus cultivos, tres de cada 10 señalan que están interesadas, una de cada 10 indica estar medianamente interesada y la misma proporción manifiesta poco interés, mientras que solo una persona de cada 10 niega tener interés, Tabla 5. Esta actitud permite inferir que la población estudiada manifiesta una disposición importante para conocer aspectos del reciclaje de los residuos de la fracción orgánica, mediante la forma de transformación más promisoría para producir abonos orgánicos, por lo que es posible que una intervención en ese sentido tenga éxito en la localidad.

Actitud por aprender a mejorar los abonos orgánicos	%
Muy interesada	40,0
Interesada	30,0
Medianamente interesada	10,0
Poco interesada	10,0
Nada interesada	10,0
Total	100

TABLA 5. INTERÉS POR APRENDER A MEJORAR LOS ABONOS ORGÁNICOS UTILIZADOS EN SUS CULTIVOS.

Interest in learning to improve the organic fertilizers used in their crops.

CONCLUSIONES

En cuanto a la primera parte del objetivo planteado, se determinó el manejo y el tránsito de los residuos. Se evaluó como deficiente el manejo de los residuos desde la separación, recogida, transporte y disposición final; debido a que los residuos fluyen mezclados en forma directa hacia el ecosistema local o hacia el relleno sanitario regional en menor proporción. En consecuencia, disminuye su calidad, posible valor y potencial de aprovechamiento, así como contribuye a la contaminación del ecosistema y compromete la salud de la sociedad local.

Sobre la segunda parte del objetivo, las categorías de residuos generados en la localidad son semejantes a las encontradas en otras escalas nacionales e internacionales. En ese mismo sentido, hay una dominancia de la fracción orgánica. La generación de residuos por habitante por día en la localidad fue superior a la encontrada en la escala nacional

El volumen total de residuos generado por día (3,46 t) confirma que la localidad es considerada como gran generadora de residuos, según la normativa nacional en esta materia, por lo que demanda un plan de manejo acorde a sus necesidades. El peso volumétrico fue calculado en 284,56 kg/m³, que junto con el peso neto de los residuos orientan sobre las condiciones técnicas y metodológicas para la recogida, transporte y disposición final.

Hay un desaprovechamiento de una fuente importante de empleo, ingreso y de insumos a partir de los residuos sólidos urbanos para preparar y mejorar los abonos orgánicos locales a utilizar en la agricultura como actividad principal en la localidad, lo que conlleva otros beneficios ambientales y sociales.

A manera de recomendación, es necesario incluir en el plan de manejo prácticas de separación en la fuente generadora y la de recolección selectiva que permita reducir el

volumen y la mezcla, asegurar el reúso o reciclaje del residuo para lograr un valor de este y disminuir los costos asociados con la disposición final, así como, contribuir a disminuir la contaminación y prolongar el ciclo de vida del relleno. Otra recomendación apunta a realizar el estudio del potencial de reducción y reciclaje que tienen los residuos identificados para precisar alternativas promisorias para su manejo.

LITERATURA CITADA

- ACURIO G, A ROSSIN, PF TEIXEIRA & F ZEPEDA (1997) Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. Inter-American Development Bank 130 pp.
- ALLMARK T (2002) Sociología del medio ambiente. Una perspectiva internacional. En: REDCLIFT M & G WOODGATE (eds.) Medio ambiente y sociedad en Latinoamérica: 397-412 McGraw-Hill, Madrid 509 pp.
- ANDER EE (1989) Metodología y práctica del desarrollo. México 136 pp.
- BARRADAS CP & CM MARTINEZ (2013) Diagnóstico de la generación de residuos sólidos urbanos en el fraccionamiento Bosques de Saloya de Nacajuca, Tabasco. *Kuxulkab XX(37):83-88*
- BUENROSTRO DO & I ISRADE (2003) La gestión de los residuos sólidos municipales en la cuenca del lago de Cuitzeo, México. *Revista internacional de contaminación ambiental 19(4): 161-169.*
- BUENROSTRO DO (2001) Los Residuos Sólidos Municipales: perspectivas desde la investigación multidisciplinaria, Editorial Universitaria México 199 pp.
- BUENROSTRO O, G BOCCO & S CRAM (2001a) Classification of sources of Municipal solid wastes in developing countries. *Resources, Conservation and Recycling 32: 29-41.*
- BUENROSTRO O, G BOCCO G & G BERNACHE (2001b) Urban solid waste generation and disposal in Mexico. A case study. *Waste*

- Management and Research 19: 169-76.
- BUENROSTRO O, G BOCCO & J VENCE (2001c) Forecasting the generation of urban solid waste in developing; a case study in Mexico. *Journal of the Air and Waste Management Association* 51(1): 86-93.
- CASTILLO BH (1983) *The Garbage Society: Caciquism in Mexico City*. Publicación de la UNAM, Instituto de Ciencias Sociales, México.
- CASTILLO BH (2003) Garbage work and society. *Resources, Conservation and Recycling* 39: 193-210.
- CONAPO (2012) Índice de Marginación por Localidad 2010. México.
- CONEVAL (2012) Índice Rezago Social 2010 a nivel de Municipio y Localidad. México.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (2015) Programa Institucional del INCA Rural 2014-2018. México, Distrito Federal. 17-02-2015.
- DI PACE M & AD CROJETHOVICH (1999) La sustentabilidad ecológica en la gestión de residuos sólidos urbanos. Indicadores para la Región Metropolitana de Buenos Aires. Colección: Investigación. Serie: Informes de Investigación N°3. Universidad Nacional de General Sarmiento. Buenos Aires 79 pp.
- DURÁN CES, IPH ROSALES, SM FERNÁNDEZ & JAP PIMIENTA (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.
- FISCHER KM (2002) Sociología del medio ambiente. Una perspectiva internacional. En: REDCLIFT M & G WOODGATE (eds.) *El metabolismo de la sociedad sobre la infancia y adolescencia de una naciente estrella conceptual*: 119-142 McGraw-Hill, Madrid 509 pp.
- GALAFASSI G (1993) La relación medioambiente-sociedad: algunos elementos para la comprensión de su complejidad. *Revista Paraguaya de Sociología*. 30(86): 16-30.
- GLIESSMAN SR (2002) Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. *CATIE, Costa Rica* 359 pp.
- GONZÁLEZ DE MOLINA M (2010) Agua, poder urbano y metabolismo social. En: LORETO LR (ed) *Sociedad, naturaleza, metabolismo social. Sobre el estatus teórico de la historia ambiental*: 210-245. Colección: Estudios urbanos y ambientales, Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades “Alfonso Vélaz Pliego”, BUAP. México 245 pp.
- HERNÁNDEZ SR, CC FERNÁNDEZ, LP BAPTISTA & EI GARCIA (2007) *Fundamentos de metodología de investigación*. Mc Graw Hill. Madrid, España 850 pp.
- INE (1999) Instituto Nacional de Ecología. *Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Recursos Naturales y Pesca. Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas, INE, México, D. F.
- INEGI (2012) Censo de Población y Vivienda 2010. Consultado en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/sisept/default.aspx?t=mamb284&s=est&c=32913>. El 25 de enero de 2016.
- INEGI (2014) Anuario estadístico y geográfico de los Estados Unidos Mexicanos, 2014. En base a PR. Informe de Gobierno, Anexo, Estadísticas Nacionales, Desarrollo Sustentable, (varios años), México, D.F. Consultado en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/sisept/default.aspx?t=mamb311&s=est&c=33223>. El 25 de enero de 2016.
- LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS (2015) Diario Oficial de la Federación. México, Distrito Federal. Última reforma publicada 09-01-2015.
- MCKERRACHER I (1978) Técnicas aplicables a los procesos de compactación, trituración, incineración. In OPS Serie Técnica (Vol. 21, p. 1). OPS. Brazil.
- MARMOLEJO LF, P TORRES, ER OVIEDO, DF BEDOYA, C AMEZQUITA, R KLINGER & LF DIAZ (2009) Flujo de residuos. Elemento base para la sostenibilidad del aprovechamiento de residuos sólidos municipales. *Ingeniería y Competitividad* 11(2): 79-93.
- MORENO PA (1999) Documento preparado para programa de entrenamiento especializado de

- líderes regionales del desarrollo tecnológico agropecuario. Colegio Postgraduados. Puebla, México 33 pp.
- NEBEL JB & RT WRIGTH (1999) Ciencias ambientales. Ecología y desarrollo sostenible. Prentice Hall. Hall/Pearson México 698 pp.
- NMX-AA-015 (1985) Norma Mexicana. Protección al Ambiente – Contaminación del Suelo – Residuos Sólidos Municipales – Muestreo – Método de Cuarteo. Diario Oficial de la Federación. México, Distrito federal. 04-03-1985
- NMX-AA-019 (1985) Norma Mexicana. Contaminación del Suelo – Residuos Sólidos Municipales – Peso Volumétrico “in situ”. Diario Oficial de la Federación. México, Distrito federal. 18-03-1985.
- NMX-AA-022 (1985) Norma Mexicana. Contaminación del Suelo – Residuos Sólidos Municipales – Selección y Cuantificación de Subproductos. Diario Oficial de la Federación. México, Distrito federal. 18-03-1985.
- NMX-AA-061 (1985) Norma Mexicana. Contaminación del Suelo – Residuos Sólidos Municipales – Determinación de Generación. Diario Oficial de la Federación. México, Distrito federal. 08-08-1985.
- NMX-AA-091 (1987) Norma Mexicana. Calidad del Suelo- terminología. Diario Oficial de la Federación. México, Distrito federal. 23-07-1987.
- NOM-083-SEMARNAT- (2003). Norma Oficial Mexicana. 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. Diario Oficial de la Federación. México, Distrito Federal. 04-08-2015
- PÉREZ LC (2005) Muestreo Estadístico Conceptos y Problemas Resueltos. Printice Hall. Madrid, España 392 pp.
- QUISPE LA (2015) El valor potencial de los residuos sólidos orgánicos, rurales y urbanos para la sostenibilidad de la agricultura. Revista mexicana de ciencias agrícolas 6(1): 83-95.
- SCHWEIGMANN N, D VEZZANI, T VERA, P ORELLANO, J KURU, LK NOEJOVICH & A MÉNDEZ (1996) Infestación generalizada por *Aedes aegypti*, vector potencial del dengue y fiebre amarilla, en la ciudad de Buenos Aires. Informe técnico: Unidad de Ecología de Reservorios, Vectores de Parásitos, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires 13 pp.
- SCHWEIGMANN NJ, R BOFFI, LA ORREGO & S TROIANO (1997) Infestación domiciliar por formas inmaduras de *Aedes aegypti* en el partido de Avellaneda, Provincia de Buenos Aires, enero de 1997. Informe técnico: Ira. Parte. Ministerio de Salud y Acción Social, Zoonosis Urbanas. Municipalidad de Avellaneda y Dto. de Ciencias Biológicas, Universidad de Buenos Aires.
- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) (2012) Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas. México.
- SEMARNAP (Secretaría de Recursos Naturales Medio ambiente y Pesca) (1999) Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos. Dirección general de materiales, residuos y actividades riesgosas 216 pp.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2001) Guía para la gestión integral de los residuos sólidos municipales, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Subsecretaría de gestión para la protección ambiental, Dirección de manejo integral de contaminantes 200 pp.
- SEOÁNEZ CM (2000) Residuos: problemática, descripción, manejo, aprovechamiento y destrucción. Mundi-Prensa, Madrid 486 pp.
- SNIARN (2016) Compendio de estadísticas ambientales. Edición 2014. México 361 pp. Consultado en: http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/compendio_2014/mce_index.html. El 30 de enero de 2016.
- TABOADA PA, VQ AGUILAR & BS OJEDA (2011) Análisis estadístico de residuos sólidos domésticos en un municipio fronterizo de México. Avances en ciencias e ingeniería 2(1) 9-20.
- TOLEDO VM (2008) Metabolismos rurales: hacia una teoría económico-ecológica de la apropiación de la naturaleza. Revista de la Red Iberoamericana de Economía Ecológica.

1(7): 1-26.

- TOLEDO VM & M GONZÁLEZ DE MOLINA (2007) El paradigma ecológico en las ciencias sociales. En: F. Garrido (ed.) El metabolismo social: las relaciones entre la sociedad y la naturaleza: 85-113. Icaria, Barcelona 199 pp.
- TONGLET M, PS PHILLIPS & MP BATES (2004) Determining the drivers for household pro-environmental behavior: waste minimization compared to recycling. *Resources, Conservation and Recycling*. 42: 27-48.
- WILLIAMS PT (1998) Waste treatment and disposal. 1st edition. Wiley & Sons, England 392 pp.

Recibido 02/02/2017; aceptado 31/01/2018