

# Prevención de la generación de residuos en el marco de una economía ecológica y solidaria: un análisis del manejo de residuos en los municipios de México

## Prevention of Waste Generation within the Framework of Ecological and Solidarity Economy: An Analysis of Waste Management in Mexican Municipalities

*Mara Rosas Baños<sup>I</sup> y Alma Lilia Gámez Anaya<sup>II</sup>*

### Resumen

El problema del incremento constante en la cantidad de residuos sólidos se ha analizado principalmente desde la perspectiva de sus afectaciones al medio ambiente, su impacto en el cambio climático y en la salud humana; no obstante, una problemática aún más grave es el déficit ecológico generado a partir del crecimiento en el consumo. A nivel global, la estrategia que se ha impulsado para disminuir los residuos sólidos es el reciclaje, a través de la gestión integral de residuos sólidos (GIRS); enfoque posconsumo que de acuerdo con la economía circular constituye una de las estrategias más importantes para mitigar el déficit ecológico. Este artículo analiza la capacidad de dicho enfoque para alcanzar los objetivos que se plantea y propone que se prevenga la propia generación de residuos y se haga de ésta la principal estrategia en su manejo, posicionándola en el marco de una economía ecológica y solidaria. Se aborda el caso de México para analizar qué está sucediendo con la estrategia de GIRS en sus municipios e identificar la urgencia de contar con estrategias que prevengan la generación de residuos desde un enfoque preconsumo. Se concluye que a pesar de que existe un marco legal que impulsa la aplicación de programas de GIRS a nivel municipal, un porcentaje alto de éstos no cuenta con dichos programas. Asimismo, resulta imprescindible que se prevenga la generación de residuos.

**Palabras clave:** economía ambiental; economía circular; gestión integral de residuos sólidos; prevención de residuos;

---

<sup>I</sup> Doctorado en Ciencias Económicas por la Universidad Autónoma Metropolitana, México. Profesora-investigadora del Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales (CIECAS) del Instituto Politécnico Nacional, México. Líneas de interés: economía ecológica y solidaria, el reto de la sustentabilidad en municipios, educación y sustentabilidad, desarrollo local sustentable alternativo. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7770-4426> Correo electrónico: mrbecster@gmail.com

<sup>II</sup> Licenciatura en Ingeniería Ambiental por la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología del Instituto Politécnico Nacional, México. Realizó su servicio social en el marco del proyecto del que se derivó este artículo. Correo electrónico: agamezanaya@gmail.com

## Abstract

The problem of the steady increase in the amount of solid waste has mainly been analyzed from the perspective of its effects on the environment and its impact on climate change and human health. An even more serious problem, however, is the ecological deficit produced by consumption growth. Worldwide, the strategy that has been promoted to reduce solid waste is recycling, through Integrated Solid Waste Management (ISWM), a post-consumer approach which, according to the circular economy, constitutes one of the most important strategies for mitigating the ecological deficit. This article analyzes the capacity of this approach to achieve the objectives proposed and suggests that waste generation itself should be prevented and that this should be the main strategy in its management, placing it within the framework of an ecological, solidarity-based economy. The case of Mexico is addressed to analyze what is happening with the ISWM strategy in its municipalities and to underline the urgent need for waste prevention strategies from a pre-consumption approach. The paper concludes that although there is a legal framework promoting the implementation of ISWM programs at the municipal level, a high percentage of municipalities lacks these programs. It is also essential to prevent waste generation.

**Keywords:** circular economy; environmental economics; integral solid waste management; waste prevention;

## Introducción

En el mundo se generan anualmente alrededor de 2.01 billones de toneladas de residuos sólidos municipales. La expectativa es que esta cantidad crezca en 2050 a 3.40 billones de toneladas (WBG, 2018). El promedio mundial al día por persona es de 0.74 kilogramos, no obstante, esta cifra varía ampliamente de 0.11 a 4.54 kilogramos dependiendo del nivel de desarrollo económico que cada país presenta; por ejemplo, el promedio per cápita por día en 2016 en Norteamérica fue de 2.21 kilogramos, mientras que en la región del África subsahariana fue de 0.46 kilogramos. En México, el promedio per cápita es de 1.16 kilogramos por día (WBG, 2018). La urgencia de contar con medidas de prevención y gestión de residuos sólidos adecuadas no sólo tiene que ver con la contaminación del aire, agua y tierra, con daños a ecosistemas, con daños a la salud humana o con su contribución al cambio climático, también tiene que ver con la sobreexplotación de recursos naturales y la imposibilidad de seguir manteniendo nuestro ritmo de consumo (Laurent *et al.*, 2014).

La huella ecológica y la biocapacidad del planeta son las medidas globales que permiten analizar la extralimitación en la extracción de recursos naturales para mantener el consumo productivo

y final.<sup>1</sup> De acuerdo con el Informe del planeta vivo (WWF, 2014) la huella ecológica global en 2010 fue de 18.1 millones de hectáreas globales (hag), lo que en términos per cápita equivalió a 2.6 hag, siendo de 12 millones de hag la biocapacidad total de la tierra, equivalente en términos per cápita a 1.7 hag. Esto significa que el déficit ecológico equivale a 1.5 planetas; no obstante, la extralimitación sigue incrementándose derivado de la tendencia de continuar con el crecimiento económico como sostén del nivel de bienestar del mundo. Así, atentamos contra la posibilidad de que nuestra siguiente generación pueda disponer de los recursos naturales necesarios para su existencia.

La economía circular (EC) presenta un enfoque posconsumo congruente con la economía ambiental (EA) al plantear que a través de los incentivos económicos adecuados es posible construir una economía del reciclaje, una economía circular que tiene por objetivo reducir la entrada de materiales provenientes de la naturaleza y disminuir los desechos (Korhonen *et al.*, 2018). La reinserción de materiales reciclados a los ciclos productivos se supone que permite alcanzar un equilibrio en las interacciones económicas y ecológicas (Riera *et al.*, 2011). No obstante, la huella ecológica y la cantidad de residuos generados depende del nivel de ingreso de cada país (WWF, 2014; WBG, 2018) por lo que se ha encontrado que a pesar del incremento del reciclaje principalmente en países de la Unión Europea, el flujo de materiales vírgenes al ciclo productivo sigue siendo extremadamente alto. El estudio de Haas *et al.* (2015) encuentra que a nivel mundial el flujo de materiales procesados fue de 62 Gt (Giga toneladas) por año, los cuales generaron 41 Gt de productos y, de éstos, únicamente 4 Gt de residuos por año fueron reciclados.

El seguimiento particular que hacen estos autores al caso de la Unión Europea (27 países) muestra que a pesar de que ahí se encuentran los países con mayores porcentajes de materiales reciclados en el mundo, sólo 22 % representan adiciones netas a la existencia de materiales. Por esta razón la Unión Europea está virando a un enfoque más drástico, planteando que no únicamente es necesario gestionar los residuos que se generan, lo que es urgente es prevenir que éstos se generen. La prevención es un enfoque preconsumo capaz de disminuir la extracción de recursos naturales, puesto que conlleva comportamientos que incentivan la autoproducción, el reúso y la selectividad del consumo, es decir, evitar el consumo de bienes que generan residuos (Cox *et al.*, 2010) y llama a la activa participación del tercer sector, en el que se ubica la economía solidaria o economía social, como se le conoce en Europa (Sharp *et al.*, 2010).

Tanto el enfoque de prevención de residuos (PR) como el de gestión integral de residuos sólidos (GIRS) están integrados en el programa “Basura cero”, que ha guiado políticas en materia

---

<sup>1</sup> “La huella ecológica estima las hectáreas globales necesarias para proporcionar los recursos utilizados y absorber los residuos y gases de efecto invernadero inducidos. Por su parte, la biocapacidad considera las capacidades de carga de territorio para asimilar tales impactos. Cuando la huella ecológica es mayor que la biocapacidad, se produce una extralimitación o déficit ecológico DE (DE = HE/BC), que, a nivel global, viene a representar el número de planetas necesarios para compensar la huella ecológica total generada por la especie humana” (Prats *et al.*, 2016: 36)

de residuos a nivel mundial desde su surgimiento en 1995 (Seldman, 2016). No obstante, se dio mayor importancia al reciclaje promovido tanto por la economía ambiental (EA) como por la economía circular (EC), dejando a la PR marginada en cuanto a su contenido y soporte teórico. Ésta se consideró únicamente un mecanismo complementario a la GIRS, cuyo fin es principalmente incrementar la cantidad de materiales reciclados. En la legislación europea la PR se posiciona en el nivel más importante de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento europeo.

En el caso de México se encuentra en la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos, LGPGIR; no obstante, esta ley si bien integra de manera explícita la palabra prevención en primer lugar en su título, centra sus lineamientos en la GIRS. La LGPGIR (2018) proporciona las disposiciones para que los municipios y alcaldías en México —encargados de la PR y GIRS— tengan un manejo adecuado de los residuos a través de los criterios y mecanismos para alcanzar una GIRS. No obstante, a pesar de que la ley se emitió desde el 2003, México, al igual que la mayoría de los países en desarrollo y pobres, presentan un pésimo manejo de residuos (WBG, 2018). A nivel mundial, los países de altos ingresos han podido resolver el problema del mal manejo de residuos, sin embargo, esto no ha sido suficiente para solventar el reto de disminuir el déficit ecológico (WWF, 2016).

El objetivo de este artículo es posicionar la PR en el marco de la economía ecológica y solidaria (EES) lo que permitirá, por un lado, entender la PR como un enfoque preconsumo que se sustenta en la entropía y, por otro, identificar los límites del enfoque de la EC, los cuales están centrados principalmente en su enfoque posconsumo. Asimismo, se proporciona un análisis de las diferencias entre PR y GIRS, y se evalúan los resultados en materia de GIRS a nivel municipal en México. La metodología es de tipo explicativa y las estadísticas que se presentan son las del Censo nacional de gobiernos municipales y delegacionales 2017 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), y del Global Footprint Network, para mostrar los datos sobre la huella ecológica y biocapacidad en México.

## **Prevención en el marco de la economía ecológica y solidaria y la GIRS desde la economía ambiental-circular**

La materia y la energía tienen una tendencia natural a cambiar de forma: de condensada a líquida, concentrada a dispersa, de ordenada a desordenada; esto último se expresa mediante la segunda ley de la termodinámica que postula que la entropía de un sistema aislado aumenta debido a procesos irreversibles (Marinos-Kouris y Mourtsiadis, 2015). En *Energía y mitos económicos*, Nicholas Georgescu-Roegen (1975) plantea que la ley de la entropía es la raíz de la escasez; de no ser por esa ley podríamos usar la energía de un trozo de carbón una y otra vez, transformándola en calor, el calor en trabajo y el trabajo de nuevo en calor: “En tal mundo imaginario, puramente mecánico, no

habría verdadera escasez de energía y de bienes materiales. Una población tan grande como la que permitiera el espacio de nuestro planeta viviría indefinidamente [...] En el contexto de la entropía, toda acción, de un hombre o de un organismo más aún, cualquier proceso en la naturaleza debe dar como resultado un déficit para el sistema en su conjunto”. El llamado padre de la economía ecológica explica que, si no existiera ese déficit entrópico, seríamos capaces de convertir trabajo en calor e, invirtiendo el proceso, podríamos recuperar la cantidad inicial de trabajo en su totalidad. En tal mundo, aclara, los economistas ortodoxos reinarían de manera suprema precisamente porque no funcionaría la ley de la entropía (Georgescu-Roegen, 1975).

La termodinámica establece la distinción cualitativa entre insumos introducidos al proceso productivo y que son valorables (baja entropía) y el producto final de desechos (alta entropía). El proceso económico absorbe recursos de baja entropía procedentes del medio ambiente y termina con la contaminación del entorno. Algunos autores han considerado que la perspectiva de Georgescu-Roegen es demasiado pesimista, ya que, contrario a lo que éste señala, se cuenta con los recursos energéticos ilimitados del sol, a lo que se añade que el avance tecnológico puede permitir alcanzar un crecimiento industrial sostenible reciclando materiales (Kabberger y Mansson, 2001). No obstante, Georgescu-Roegen sostiene que el reciclaje total de la materia es imposible (Khalil, 2004; Purvis *et al.*, 2017; Korhonen *et al.*, 2018). Si bien se ha incrementado la cantidad de materiales reciclados que se reinsertan al ciclo productivo —en especial en los países con mayores niveles de reciclaje—, esto no es suficiente para disminuir el flujo de materiales en los procesos económicos debido a dos razones: primero, porque casi la mitad de los materiales procesados se utilizan para proporcionar energía y no están disponibles para su reciclaje, lo cual devela que el desarrollo tecnológico no ha conducido a una sustitución energética sostenible; y segundo, porque las economías siguen creciendo a tasas muy altas (Haas *et al.*, 2015).

La economía ecológica, teniendo como fundamento las leyes de la termodinámica, plantea que la generación de residuos está directamente relacionada con la transformación cualitativa de la materia y la energía. Georgescu-Roegen (1996: 353) encuentra que el proceso económico es entrópico, es decir, “no crea ni consume materia o energía, sino que sólo los transforma de baja entropía en alta entropía”. Señala que, debido a la segunda ley de la termodinámica, el reciclaje siempre requerirá energía y voluntad. El reciclaje siempre será incompleto pues generará desechos y productos secundarios, disminuyendo la exergía (Korhonen *et al.*, 2018). Si bien la EC no sólo plantea el reciclaje como único medio para solucionar los problemas vinculados a los residuos, también ha impulsado la remanufactura, reparación, reducción, reúso, restauración, recobramiento de energía, etc., a través de una economía del intercambio de servicios y mercancías que son reinsertados en nuevas cadenas de comercialización para minimizar la ingesta de recursos naturales y “modelos de negocios que reemplazan el concepto de —fin de vida útil— con la reducción,

reutilización, remanufacturación y reciclaje de materiales en producción, distribución y consumo” (Berg *et al.*, 2018: 7). Su enfoque es posconsumo, de hecho, es un enfoque que pretende incentivar el crecimiento económico. Tal como lo indica el título del libro *The Circular Economy: Reconciling Economic Growth with the Environment*, se define la EC como un medio para mantener el crecimiento económico a través de diferentes actores económicos (incluidos los usuarios finales) que continúan creando valor, sin embargo, los flujos de estas mercancías y materiales están en competencia con los flujos de mercancías nuevas, lo que los lleva a posicionarse únicamente en algunos nichos de mercado sin que esto signifique que puedan llegar a sustituir la dinámica de expansión del consumo propia del capitalismo.

La EC, al igual que la EA, apuestan al mercado como mecanismo de asignación eficiente de recursos naturales y se sustentan en la creación de nuevas mercancías. La valorización de residuos es el incentivo al que la EA (André y Cerdá, 2006; Riera, 2011; Rosas-Baños, 2017) como la EC han apostado para generar una GIRS. Si bien se argumenta un cambio en la cultura de consumo, no se explica cómo se dará éste, puesto que el mercado se gobierna por la racionalidad del *homo economicus* que se supone egoísta e insaciable (Cavazos y González, 2009). En cambio, el proceso económico de acuerdo con Georgescu-Roegen depende de individuos condicionados cultural e históricamente, lo que relaciona el ámbito físico, económico y social simultáneamente (Carpintero, 2006) y que exigiría un cambio económico, social y cultural radical para alcanzar una economía que priorice una distribución equitativa del patrimonio natural tanto en el presente como en el futuro.

La economía ecológica cuyo enfoque es transdisciplinar aporta elementos para guiar la construcción de una economía resiliente ecológicamente y una sociedad concientizada a través de la adopción de un enfoque ético ecocéntrico. A diferencia del enfoque antropocéntrico de la EA y la EC el cual considera al ser humano no sólo como independiente de la naturaleza sino superior a ella, el enfoque ecocéntrico sitúa al ser humano dentro de la naturaleza y sometido a sus equilibrios. Esto, junto con la economía solidaria que identifica formas de organización productiva guiadas por la búsqueda del bienestar común y una apropiación colectiva de excedentes económicos, contribuye al enfoque de la sustentabilidad social, económica y ecológica, y crea una base amplia para una transformación radical de la civilización. Es en este sentido que la conjunción de la economía ecológica con la economía solidaria supera a la EC y a la EA, puesto que una de las críticas recurrentes a la EC es su poca claridad teórica (Kalmykova *et al.*, 2018; Korhonen *et al.* 2018; Reike *et al.*, 2018). No obstante, es necesario reconocer que las estrategias de manejo posconsumo de la EC son necesarias en dicha transición.

El enfoque ecocéntrico es esencial para poder ver que nuestra vida depende de la conservación de la integridad de los ecosistemas. De acuerdo con el Informe del planeta vivo (WWF, 2016:

22) “es el desarrollo económico y el consumo desmedido de la población con un ingreso medio y alto (no el crecimiento demográfico *per se*) lo que está cambiando dramáticamente los sistemas de apoyo de la vida en la tierra”. De manera que cualquier solución tendría que ver principalmente con evitar un consumo desmedido y esto es lo que se propone la PR y que se define como “las medidas tomadas antes de que una sustancia, material o producto se convierta en desechos, reduce la cantidad de desechos, los impactos adversos de los desechos generados en la salud ambiental y humana o el contenido de sustancias nocivas” (Directiva 2008/98CE<sup>2</sup>).

De acuerdo a Zorpas y Lasaridi (2013) la prevención incluye las acciones de evitar la generación de residuos en la fuente, reducir y reutilizar, y excluye el reciclaje fuera del sitio. El reciclaje no se incluye en la perspectiva de la PR porque puede llevar a la creencia de los consumidores de que ya están haciendo todo lo posible para disminuir su impacto en el ambiente. La PR parte de la concepción de la necesidad de evitar la generación de residuos en la fuente, es decir, antes de tomar la decisión de adquirir un bien o servicio de consumo, mediante la evitación, reducción y reutilización, pero excluyendo el reciclaje fuera del sitio. La reutilización se define como cualquier operación por la cual los productos o componentes no se conviertan en residuos y se usen nuevamente para el mismo propósito para el cual fueron concebidos. Desde la óptica del productor implicaría abandonar la visión de la obsolescencia programada para recuperar el enfoque de calidad en términos de tiempo de vida útil. El compostaje doméstico es parte de la PR, ya que evita que los desechos ingresen a la corriente de desechos residuales. Prevenir no es lo mismo que minimizar residuos. La PR comprende la reducción en la fuente y la reutilización de productos, la minimización incluye medidas de gestión de los desechos tales como: mejoras de calidad y reciclaje.

La PR requiere un nivel de conciencia ecológica importante en los consumidores. Cox *et al.* (2010) menciona cuatro elementos clave que la gente necesita para este redireccionamiento de sus elecciones: 1) la gente necesita información suficiente al respecto de los productos que se adquieren, 2) requiere involucrarse en acciones comunitarias, coproducción, así como en foros deliberativos sobre la situación ambiental y acerca de lo que implica la adquisición de los productos que compra, tanto en su salud como en el medio ambiente; 3) requiere el impulso de incentivos como subvenciones, recompensas y reconocimiento social, puesto que en el contexto social actual únicamente los pobres son los que tienden a usar medidas de reutilización a falta de ingresos suficientes para adquirir bienes nuevos; y 4) necesita además, replicar ejemplos de casos de prevención en todos niveles, es decir, entre productores, consumidores y gobiernos. Desde la visión de la economía solidaria se añadiría que se requiere sobre todo una actitud de sentido de comunidad y corresponsabilidad con los daños generados a otros por el sostenimiento del nivel de consumo actual.

<sup>2</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008L0098-20180705&from=SK>

La economía solidaria desde la noción sustantivista de Karl Polanyi delinea los principios de reciprocidad y redistribución para asegurar el funcionamiento del sistema económico (Rosas, 2012). Al dejar de lado el egoísmo como motivación fundamental, la conjunción de la economía ecológica y solidaria permite un concepto de bienestar que no es sólo material: es emocional, intelectual y espiritual (Arruda, 2004). Define una forma de organización social sustentada en la producción de bienes y servicios necesarios para generar una economía de baja entropía. La economía solidaria promueve valores y principios enfocados en las necesidades de las personas y de sus comunidades (Fonatanneau *et al.*, 2010) y le aporta a la economía ecológica elementos como la solidaridad, la cooperación y la reciprocidad como base de la organización productiva (Razeto, 1993; Rosas, 2012). Postula la predominancia del trabajo sobre el capital y el intercambio de bienes finales e intermedios mediados por la lógica de reciprocidad, redistribución y cooperación (Guridi y Mendiguren, 2014).

La literatura ha ubicado al llamado tercer sector como un sector estratégico tanto en la gestión de residuos como en la prevención (Cox *et al.*, 2010; Williams *et al.*, 2012; Linzner y Lange, 2013). La PR en el enfoque de la economía ecológica y solidaria prioriza la organización social de la producción como vía del incremento de una producción y consumo enfocados a la satisfacción de lo que Baudrillard (2009) llama “necesidades auténticas”. La EES postula el rescate de la solidaridad, la reciprocidad y la cooperación tanto en las relaciones sociales y económicas, como en la gestión del patrimonio natural. La prevención en la generación de residuos sólidos integra acciones como: 1) aumento de la autoproducción doméstica, 2) producción de mercancías con una vida útil larga, 3) producción para la satisfacción de necesidades auténticas, 4) producción de mercancías con una gestión del patrimonio natural sustentable ecológicamente, y 5) reúso de materiales y mercancías.

## Metodología

La metodología es explicativa: busca establecer la naturaleza de la relación entre uno o más efectos o variables, va más allá de la descripción de la relación entre conceptos, y está dirigida a indagar las causas de los fenómenos, es decir, intenta explicar por qué ocurren, o, si se quiere, por qué dos o más variables están relacionadas (Cazau, 2006). Esto se logra al contar con un marco teórico que sustente la explicación de los fenómenos. En esta investigación los conceptos clave son la GIRS y PR y se analizan desde las perspectivas teóricas de la EC, la EA y la ESS para conocer la situación a nivel municipal en México. Los datos que se utilizan provienen del Censo de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2017 del INEGI (INEGI, 2017), que recoge información sobre temas ambientales, catastrales, de agua potable, saneamiento y residuos sólidos urbanos de los 2 458 municipios del país y de las 16 delegaciones (ahora alcaldías) de la Ciudad de México. De acuerdo con la metodología usada, el instrumento de recolección de datos incluye información que puede

corresponder a los años 2015, 2016 y 2017, puesto que algunas preguntas, por su enfoque, requieren datos del año de aplicación (2017) y otras de años previos.

## **Panorama de la gestión de los residuos sólidos y la urgencia de contar con un enfoque de prevención de residuos**

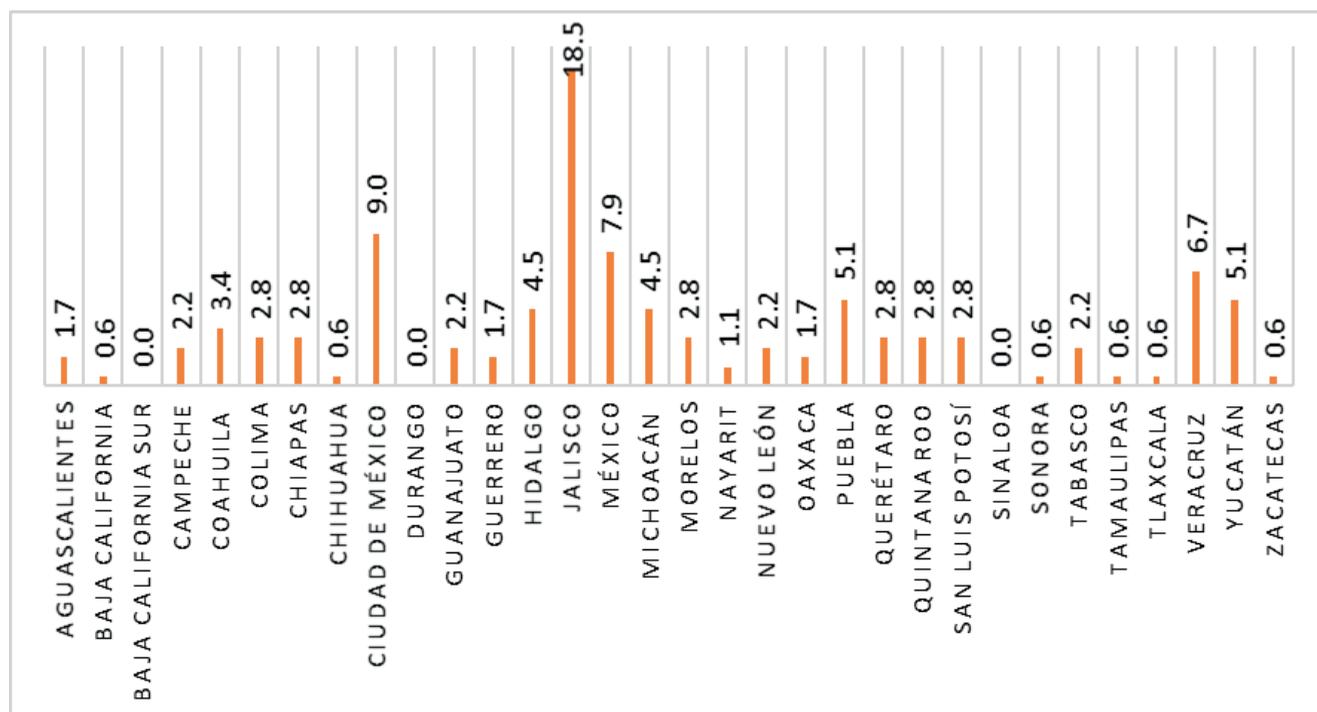
En México se reconoce que la situación del manejo de residuos sólidos es un problema que requiere soluciones urgentes, sin embargo, en la “Visión nacional hacia una gestión sustentable: Cero residuos” (2019a) publicado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), se plantea que uno de los elementos centrales en el incremento del volumen de los residuos es el crecimiento poblacional, visión que se tenía prácticamente en los primeros estudios sobre medio ambiente. Esto a pesar de que el Informe sobre la situación del medio ambiente (2015) que generó esta misma Secretaría, sostiene que, en México al igual que en otras regiones del mundo, el crecimiento de la cantidad de residuos tiene que ver fundamentalmente con el nivel de ingreso y el crecimiento económico; este informe menciona que “entre 2003 y 2015 el PIB y la generación de residuos crecieron prácticamente a la misma tasa” (SEMARNAT, 2015: 435).

El plan “Cero residuos” sigue el planteamiento de los programas “Basura cero” que han dominado las medidas de política respecto a los residuos en el mundo. Sus principios rectores son: desarrollo sostenible, EC, atención a poblaciones vulnerables y reducción de la desigualdad, entre otras; se alinea a la agenda del Desarrollo Sostenible 2030 (CEPAL, 2016) y presenta la jerarquía de los residuos que parte de la disposición final, avanza a la valorización, después al reciclaje, y continúa con el reúso y la minimización para alcanzar el principal objetivo, que es la prevención (SEMARNAT, 2019a). No obstante, sus líneas de acción están enfocadas fundamentalmente a alcanzar una GIRS que favorezca la recuperación de materiales para el reciclaje y la generación de energía, puesto que esta Secretaría reconoce que a nivel nacional prevalece un esquema tradicional de manejo de residuos, es decir, que los municipios han enfocado sus esfuerzos únicamente en la recolección.

Lo que la SEMARNAT (2019b) llama “esquema tradicional de residuos” es en realidad el enfoque de gestión que prevaleció en México a lo largo de la mayor parte del siglo XX y que hasta hoy sigue imperando la regulación sanitaria (Guzmán y Macías, 2012; Calva-Alejo y Rojas-Caldeñas, 2014), la cual tiene una perspectiva antropocéntrica que fijó su atención en la salud humana y desatendió los impactos en la naturaleza. Este enfoque procura únicamente el alejamiento de los residuos de las zonas habitadas, y su visión simplista sigue dominando en la mayoría de los municipios hasta nuestros días. Así, de los 2 458 municipios en el país, 92.47 % en 2016 contaba con servicio de recolección de residuos, pero de éstos sólo el 7.24 % reportó que contaba con un programa de GIRS (INEGI, 2017).

En México el enfoque teórico que ha predominado en el ámbito de la política de residuos es el de la EA, que tal como se vio es un enfoque que pretende contrarrestar los efectos adversos de la dinámica económica en el medio ambiente a través de la conversión de recursos naturales o residuos en mercancías que puedan entrar al mercado (Riera *et al.*, 2011; Martínez-Alier y Roca, 2013). Para ello es indispensable contar con un mecanismo de separación de residuos en el origen para poder recuperar la mayoría de los residuos reciclables, por lo que el artículo 10° de la LGPGIR establece que los municipios tienen que elaborar e instrumentar los programas para la gestión integral de residuos sólidos (PGIRS) y de manejo especial. Sin embargo, de los 2 458 municipios que existen en los Estados Unidos Mexicanos, en 2016 únicamente 178 tenían programas de gestión de residuos, lo que representa apenas el 7.24 % (INEGI, 2017). En la Figura 1 se presentan los porcentajes de municipios por estado que tienen PGIRS; se aprecia que los estados tienen un porcentaje muy bajo de municipios con PGIRS y destaca el caso de Oaxaca que posee 570 municipios, de los cuales sólo el 2 % tiene PGIRS. Sin embargo, también es necesario mencionar que es un estado que no figura entre los que generan mayor cantidad de residuos, ya que los estados del sur-sureste contribuyen con poco más de 10 % de la generación nacional de residuos (SEMARNAT, 2015).

**Figura 1. Distribución de los municipios con programas para la gestión de residuos sólidos (PGIRS) por entidad federativa (porcentajes)**



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2017 del INEGI.

Para elaborar los PGIRS, los municipios requieren estudios de generación y composición de residuos sólidos, ya que éstos representan la base de los mismos. De acuerdo con el artículo 26 de la LGPGIR (2013), los PGIRS deben contener como mínimo con: diagnóstico básico para la gestión integral; definición de una política local en materia de residuos; objetivos y metas locales para la prevención de la generación y el mejoramiento de la gestión, además de medios de financiamiento. Los estudios que informan sobre la composición de los residuos sólidos son indispensables para el manejo de los residuos (Castillo-González y De Medina-Salas, 2014). Estos estudios tendrían que guiar la elaboración de los programas locales de manejo (Ikhlayel, 2018). Algunos modelos de GIRS aludiendo a la ciencia posnormal y al paradigma de la complejidad sugieren integrar un contexto amplio de ámbitos como son: ambiental, político, institucional, cultural, social, técnico y económico para completar el sistema (Marshall y Farahbakhsh, 2013). En la Tabla 1 se muestra que en 2012 únicamente el 5.25 % de municipios contaba con algún estudio sobre composición y generación; no se cuentan con datos para años recientes.

**Tabla 1. Municipios con estudios sobre generación y composición de residuos sólidos urbanos (RSU) (número y porcentaje que representa) (2016)**

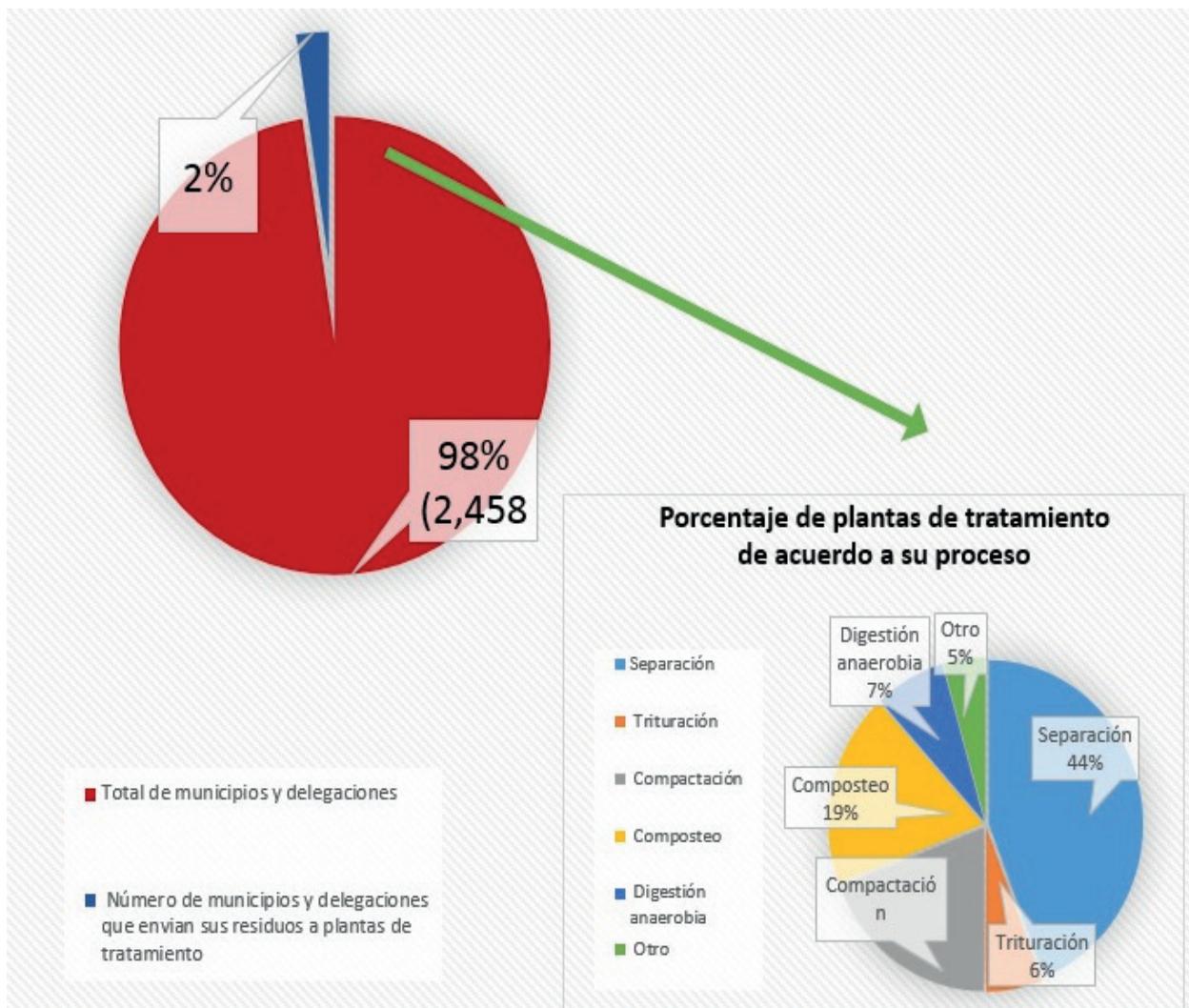
Año	Total de municipios por entidad federativa	Municipios con estudios sobre generación		Municipios con estudios sobre composición de RSU
		Número	Porcentaje	Número
2010	2 456	122	4.97	110
2012	2 456	145	5.90	129
2014	2 457	109	4.44	S/D
2016	2 458	S/D	S/D	S/D

Fuente: elaboración propia a partir de Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Censo nacional de gobiernos municipales y delegacionales, 2017.

Los PGIRS se enfocan en generar condiciones para que el mayor porcentaje de residuos pueda recibir un tratamiento. Las acciones que deberían incluir van desde acciones de información ambiental; separación en la fuente; recolección selectiva, reciclaje y otras formas de aprovechamiento; construcción o adecuación de infraestructura para el manejo; reglamentos; promoción de cultura; educación y capacitación a los diversos sectores (Venegas *et al.*, 2014). No obstante, en la mayoría de los municipios, esto se reduce a la recolección y disposición final (Jiménez, 2015). El tratamiento se aboca a la eliminación y aprovechamiento de los diferentes materiales contenidos en los residuos (André y Cerdá, 2006).

De acuerdo con la Figura 2, del 7.24 % de municipios que tienen PGIRS únicamente el 2 % envía sus residuos a plantas de tratamiento. Con el cuestionario aplicado a los gobiernos municipales y delegacionales (hoy alcaldías), en la sección de tratamiento de residuos se pregunta específicamente al respecto de la existencia de plantas de separación, trituración, compactación, composteo y digestión anaeróbica u otra. En México el principal tratamiento que se da a los residuos de acuerdo con las respuestas de los gobiernos locales es de separación, que corresponde con el 44 % seguido de compactación y composteo, cada uno con 19 %, tal como se muestra en la Figura 2.

**Figura 2. Porcentaje de municipios y delegaciones con servicios de tratamiento de residuos y número de plantas (2016)**



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Censo nacional de gobiernos municipales y delegacionales 2017 del INEGI.

En México, de acuerdo con datos de 2016, únicamente 15 estados contaban con plantas de tratamiento. Entre las entidades federativas con una mayor cantidad de plantas de tratamiento se encuentran Jalisco, que tiene ocho plantas de separación, tres de compactación y cuatro de composteo; seguido por Michoacán con cuatro plantas de separación, una de trituración, tres de compactación, dos de composteo, entre otras. En este año la cantidad promedio diaria de residuos recolectados (Tabla 2) fue de 104 734 930 kg, de los cuales únicamente 5 392 710 kg se enviaron a plantas de tratamiento y solamente se recuperaron 2 141 555 kg/día; destaca la Ciudad de México con un porcentaje de 81 % de materiales recuperados del total.

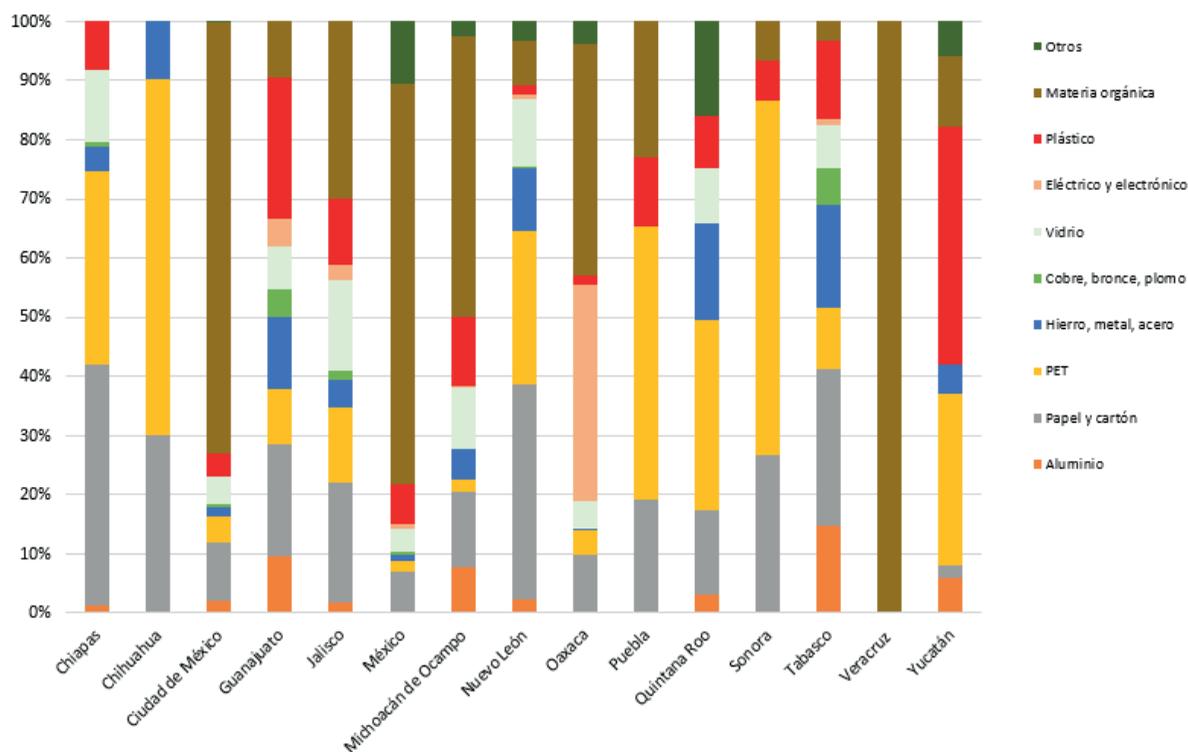
**Tabla 2. Promedio diario de residuos sólidos urbanos enviados a plantas de tratamiento y recuperados, por entidad federativa (2016)**

Entidad federativa	Cantidad promedio diario de residuos recolectados (kg/día)	Cantidad enviada a plantas de tratamiento (kg/día)	Cantidad promedio diaria de materiales recuperados (kg/día)
Ciudad de México	14 033 349	2 630 369	1 739 177
Nuevo León	4 563 455	1 392 130	46 128
Quintana Roo	2 537 830	457 630	8 192
Tabasco	1 990 960	248 610	2 745
Chihuahua	3 504 383	224 530	70 453
Jalisco	7 450 965	103 214	63 060
Yucatán	1 486 987	102 000	71 000
Michoacán	4 615 059	82 380	64 656
México	12 408 892	60 717	39 733
Oaxaca	1 985 186	42 700	16 423
Guanajuato	4 155 164	25 800	10 547
Chiapas	2 886 009	15 000	2 450
Veracruz	6 102 414	5 980	5 980
Puebla	4 217 944	900	260
Sonora	2 467 637	750	750
Total	104 734 930	5 392 710	2 141 555

Fuente: Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2017 del INEGI.

Tomando en cuenta la cantidad de residuos que se recupera se puede observar cuáles y en qué porcentaje se encuentran los materiales recuperados (Figura 3). En la Figura 3 sólo se presenta información para 15 estados de la República, ya que 17 de los 32 no envían sus RSU a plantas de tratamiento. Entre los materiales que más se recuperan están el PET y los residuos orgánicos. En términos generales se puede decir que no existe una industria del reciclaje en México (Aguilar *et al.*, 2012).

**Figura 3. Porcentaje de residuos sólidos urbanos recuperados por entidad federativa según tipo de material recuperado (2016)**



Fuente: elaboración propia a partir de datos del INEGI respecto al Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2017.

El problema con el bajo porcentaje de rescate de materiales tiene que ver con una recolección inadecuada de los residuos. En 2016, como vimos, el 92.5 % de los municipios y alcaldías contaban con servicio de recolección y con un parque vehicular de 16 615 unidades, de las cuales alrededor del 60 % contaba con compactador y el 29 % eran de caja abierta, refiriendo 11% contar con otro tipo de vehículos. Derivado de que la información sobre las características de los vehículos no es

precisa, puesto que el hecho de que los vehículos tengan compactadores no es garantía de que tales compactadores incluyan los separadores de residuos orgánicos e inorgánicos, se tomó el dato de recolección selectiva de residuos, que en 2016 fue únicamente del 15 %, lo cual arroja que 85 % de la recolección no es selectiva (INEGI, 2017). De esta recolección selectiva, únicamente se sabe el destino del 10.35 % debido a que de acuerdo con el Censo nacional de gobiernos municipales y delegaciones (2017) algunas de las delegaciones de la CDMX no proporcionaron información del destino de los residuos recolectados de manera selectiva, haciendo notar que no se tiene un control de los datos.

La EA plantea que a partir de la generación de incentivos “correctos” se generaría en los consumidores una dinámica de separación que garantizaría un equilibrio material entre recursos naturales, producción y consumo a través del reciclaje (Riera *et al.*, 2011). La valorización de los residuos sólidos crearía los incentivos para la expansión del mercado de residuos (Valdivia-Alcalá *et al.*, 2012) lo que conllevaría el interés de los agentes económicos de separar, vender y transformar los residuos sólidos a fin de que éstos fueran reintegrados al proceso económico, lo cual en México no ha sucedido a más de 15 años de la promulgación de la LGPGIR.

Los residuos después de su recolección, de acuerdo con la ley, deben ser depositados en un sitio de disposición. Esta disposición se refiere a su confinamiento permanente en sitios e instalaciones adecuadas (SEMARNAT, 2012). Estos sitios deben cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003 para rellenos sanitarios que indica el tipo de obra de infraestructura, que involucra métodos y obras de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos urbanos, con el fin de controlar los impactos ambientales, a través de la compactación y cobertura diaria de los residuos y de la infraestructura para el control del biogás y los lixiviados. Sin embargo, en México los sitios de disposición final en su mayoría son tiraderos a cielo abierto que en 2010 ascendían a 1 644 y se reportaron en ese año sólo 238 rellenos sanitarios; para 2012 los tiraderos reportados fueron 1 264 y sólo 216 rellenos, dato curioso, puesto que se esperaría que la disminución de tiraderos se compensaría con rellenos sanitarios. INEGI no ha presentado datos recientes ni más exactos. Es notable el hecho de que el medio ambiente y la naturaleza no están dentro de las prioridades de los gobiernos municipales y peor aún, el enfoque de gestión sanitaria no se cumple ni siquiera en su totalidad puesto que los tiraderos a cielo abierto conllevan problemas de salud pública y una grave contaminación ambiental (Hernández-Berriel *et al.*, 2016). Los estados que contaban con un mayor número de municipios con rellenos sanitarios en 2012 fueron: Jalisco con 32 rellenos, México con 28, Chihuahua y Veracruz con 18 y Guanajuato con 17<sup>3</sup> (INEGI, 2013).

<sup>3</sup> Los datos son del Censo nacional de gobiernos municipales y delegacionales, 2013. Sin embargo, se encontró una solicitud de información vía transparencia al Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato con folio 00937717 de fecha junio de 2017 en la que se informa que existen únicamente 11 rellenos sanitarios y que de esos únicamente uno cumple con la NOM-083-SEMARNAT-2003 de manera verificable. Esta normatividad provee las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, moni-

De acuerdo con la literatura, las principales dificultades en la GIRS a las que se enfrentan los gobiernos municipales se ubican en dos ámbitos: administrativo-financiero y social. En el primero se identifica la falta de organización, recursos financieros (pago de personal e infraestructura) y conocimiento de sistemas de gestión de residuos e insuficiencia tecnológica (Venegas *et al.*, 2014; Bernache, 2015; Gran y Bernache, 2016). En el ámbito social se identifica el constante incremento de la generación de residuos, mal manejo y separación de estos por parte de la población (Abarca *et al.*, 2012), a la educación de las familias y a la economía de éstas (Troschinetz y Mihelcic, 2009). En los municipios urbanos pequeños la situación es más grave puesto que no se cuenta ni siquiera con departamento de limpia (Castillo-González y De Medina-Salas, 2014).

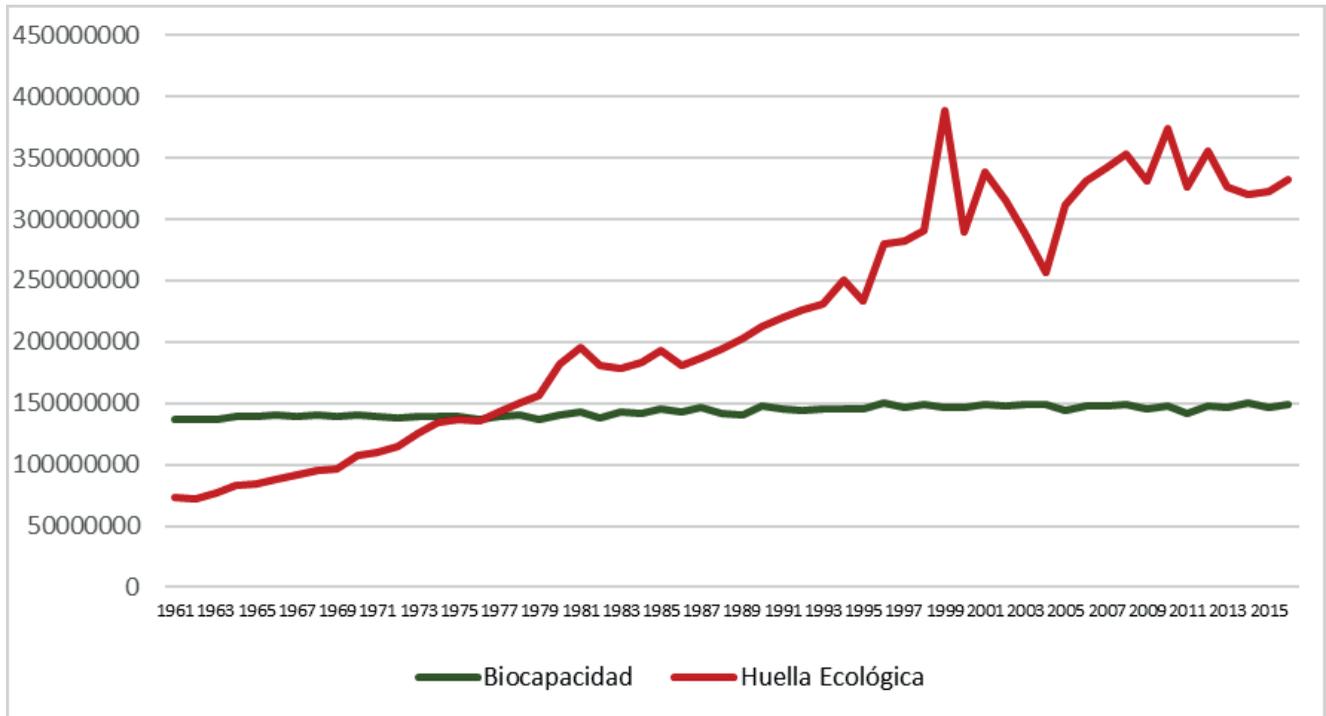
Las estrategias de PR en los gobiernos locales ayudarían de forma importante a disminuir tanto las problemáticas técnico-financieras, como ambientales y sociales. Podrían repercutir en el ámbito técnico-financiero porque lo que se ha convertido en un problema es la cantidad y tipo de residuos que se generan, de modo que las acciones para PR por parte de los gobiernos locales tendrían que derivar en resultados medibles que comprenden: 1) una cuantificación directa de la reducción de la fuente medida por volumen o por peso; 2) un análisis de reducción de gastos que incorpora dos factores financieros: los costos de llevar a cabo las acciones para la PR y los ahorros derivados de la gestión de los residuos que tendrían que ir disminuyendo; 3) desarrollo de indicadores para establecer el potencial de los programas de prevención de desperdicios y para medir la efectividad del programa después de la implementación; y 4) obtener índices de productividad de los recursos, lo cual es una herramienta útil para la concientización de los consumidores y contribuye también en la generación de las campañas de PR (Zorpas y Lasaridi, 2013).

En el ámbito ecológico las estrategias para la PR estarían directamente vinculadas con la desaceleración del consumo y tienen un carácter urgente, lo que se reconoce en los Objetivos de Desarrollo Sostenible que impulsa la ONU<sup>4</sup>. México también presenta una huella ecológica que supera la biocapacidad del planeta: el déficit ecológico inició en 1977 y va a continuar expandiéndose, siguiendo la tendencia del resto del mundo; cabe decir que, en 2016, la huella ecológica fue de 1.6 planetas (Figura 4).

---

toreo y clausura y obras complementarias del sitio de disposición final (<https://transparencia.guanajuato.gob.mx>). Es necesario aclarar que los censos se realizan con la información que proporcionan los municipios y la metodología no considera mecanismos de verificación por lo que puede ser que tal como sucede en el caso de Guanajuato, los datos proporcionados no sean correctos y además también puede ser que del total de rellenos sanitarios muy pocos cumplan con la normatividad.

<sup>4</sup> <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-12-responsible-consumption-and-production.html>

**Figura 4. Biocapacidad y huella ecológica en México en hectáreas globales**

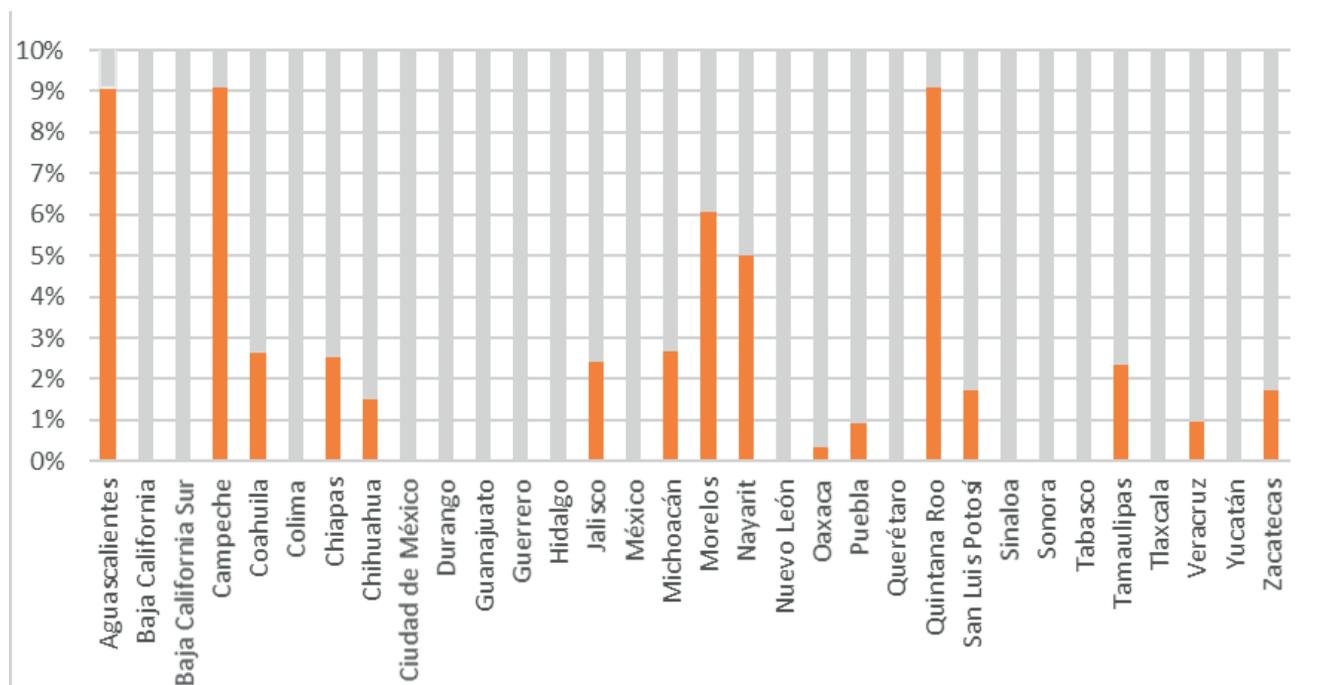
Fuente: Global Footprint Network 2019.

En el ámbito social la PR se sustenta en la participación de la población, para ello los gobiernos locales tienen ya una serie de herramientas, conforme al capítulo III “participación social” de la LGPGIR, éstos tienen que promover la participación de todos los sectores de la sociedad en la prevención de la generación, como su valorización y la correcta gestión. Las autoridades pueden impulsar la participación ciudadana a través de pláticas, talleres, capacitación y difusión de información con el fin de generar una concientización que lleve a la PR. Este enfoque es más poderoso que el de la GIRS puesto que se trataría de un proceso de concientización más ambicioso que incluiría información, no sólo sobre cómo separar los residuos, que es lo que se hace tradicionalmente con los folletos que se reparten para impulsar la GIRS, sino que involucraría información sobre las condiciones ecológicas globales, la huella ecológica, cómo decidir al respecto del tipo de bienes a adquirir, etcétera.

Aquí también se impulsaría el conocimiento al respecto de lo que es la ESS y cómo construirla. Hasta el momento la participación ciudadana ha sido baja; tal como se muestra en la Figura 5, existe muy poca participación ciudadana en órganos y espacios relacionados con la gestión de residuos. Esto coincide con estudios de caso que muestran la realidad municipal caracterizada por

la carencia de incentivos para la participación ciudadana (Calva-Alejo y Rojas-Caldelas, 2014). La participación tanto de los consumidores, los productores y los gobiernos locales es indispensable en el enfoque de la PR y la ESS tiene un lugar predominante en el proceso de concientización al respecto de la situación actual y los riesgos a los que nos enfrentamos si se continúa sin actuar.

**Figura 5. Porcentaje de participación ciudadana en órganos o espacios relacionados con la administración de los servicios de residuos sólidos urbanos (2016)**



Fuente: elaboración propia a partir de INEGI, Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2013 (CNGMD), módulo 6: Residuos Sólidos Urbanos, junio 2014.

## Conclusiones

Desde que se impulsan los programas “Basura cero” en el mundo, la PR ha tenido un papel fundamental, que tiene que ver con el reconocimiento de que el nivel de consumo actual es insostenible; no obstante, se han buscado alternativas que tratan de mantener la perspectiva actual del modelo de desarrollo que involucra el crecimiento económico como única vía para construir el bienestar social, a pesar de que el crecimiento económico tiene un costo extremadamente alto para nuestra especie y de que el déficit ecológico lo asumirán nuestras generaciones más jóvenes, agravándose con los efectos del cambio climático en el planeta (WWF, 2016). Es por ello que resulta urgente

transitar hacia una economía que busque garantizar el bienestar social, la equidad y la justicia a través de una vía distinta a la del crecimiento económico, que vaya en pos de una distribución equitativa del patrimonio natural mundial actual. La EES parte de que el capitalismo es insostenible y que se requiere una economía basada en una lógica de sentido de comunidad sustentada en valores de reciprocidad, solidaridad y cooperación que nos permitan prevalecer. Estos valores permitieron a nuestras antiguas generaciones sostener sus comunidades y son estos valores indispensables para poder visualizar un futuro.

La problemática de generación y manejo de residuos en México es sumamente grave, los resultados muestran una falta de visión y capacidad tanto institucional como técnica y financiera para hacerle frente, los costos que implica el consumismo son extremadamente altos tanto financiera como ecológica y socialmente. Si bien existe una ley que se puede considerar joven todavía, la LGPGIR no se aplica y no cuenta con mecanismos para hacerla valer. De acuerdo con los datos ni siquiera se ha podido llegar a una GIRS con requerimientos mínimos, para evitar la grave problemática de los residuos. Si bien el enfoque predominante en la ley para los tres niveles de gobierno está en el reciclaje y, como medio para alcanzar éste, la valorización de los residuos, los resultados de este enfoque a 15 años de haberse publicado la ley han sido malos. En general, de los 2 458 municipios del país, únicamente el 7.24 % cuenta con un PGIRS y a pesar de que cuentan con dicho programa únicamente el 5.15 % de residuos se manda a plantas de tratamiento y el material recuperado únicamente representa el 2 % del total de residuos generados. En términos generales el modelo de gestión de residuos que predomina en los municipios es un antiguo esquema fitosanitario que de lo único que se preocupa es de la recolección; adicional a esto, el país tampoco cuenta con datos suficientes para analizar las consecuencias del manejo actual.

La problemática de la gestión de residuos en el país se vislumbra cada vez más grave por lo que se puede argüir que el enfoque con el que se ha tratado de impulsar la GIRS ha fracasado. Cada actor económico tiene sus prioridades: los productores, reducir los costos de producción y maximizar sus ganancias; los consumidores, incrementar la adquisición de bienes y servicios; los gobiernos municipales, incrementar sus niveles de aceptación. La PR se configura para el caso de México como un reto y una oportunidad; tiene la ventaja, a diferencia del enfoque de GIRS, de no implicar un creciente uso de recursos financieros para su aplicación, puesto que los municipios ya cuentan con las atribuciones para generar espacios de difusión y de carácter participativo con todos los sectores de la sociedad.

La prevención debería ser la prioridad y el reciclado tendría que estar en segundo lugar, tal como la jerarquía de residuos propone; la EA y la EC propone la sostenibilidad a partir de los alcances del reciclamiento, no obstante, la aspiración de tener una economía que crezca ilimita-

damente sustentada en recursos finitos es imposible. La economía ecológica lo tiene claro, por eso menciona los límites del reciclamiento y propone la construcción de una economía que busque la satisfacción de necesidades y no una economía para el lucro. La economía solidaria contribuye a ese objetivo, puesto que también se plantea una economía de satisfacción de necesidades a partir de una reapropiación social de los medios de producción. La EES marca las pautas de la producción y consumo y éstas fortalecen el enfoque preconsumo de la PR.

En conclusión, a pesar de que existe un marco legal que impulsa la aplicación de programas de GIRS a nivel municipal en México, más del 90 % de las municipalidades no los implementa. Asimismo, derivado del déficit ecológico, es imprescindible no sólo impulsar la GIRS, sino empezar a promover la PR de manera urgente.

## Referencias

- Abarca, Liliana; Maas, Ger, y Hogland, William (2012). “Solid Waste Management Challenges for Cities in Developing Countries”. *Waste Management*, 33, pp. 220-232. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.09.008>
- Aguilar, Conrado; Jiménez, José del Carmen; López, Gabriela, y Matadamas, David (2012). “Estudio de generación y composición de residuos sólidos en la Ciudad de Huajuapán de León, Oaxaca”. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 16(46), pp. 3-10. Recuperado de [http://www.utm.mx/edi\\_anteriores/temas46/1ENSAYO\\_46\\_1.pdf](http://www.utm.mx/edi_anteriores/temas46/1ENSAYO_46_1.pdf)
- André, Francisco y Cerdá, Emilio (2006). “Gestión de residuos sólidos urbanos: análisis económico y políticas públicas”. *Cuadernos Económicos de ICE*, 71, pp. 71-91. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2249708>
- Arruda, Marcos (2004). “¿Qué es la economía solidaria? El renacimiento de una sociedad humana matrística”. *IV Forum Social Mundial. Panel “Por uma economia do povo: realidades e estratégias do local ao global”*. Recuperado de [http://www.socioeco.org/bdf\\_fiche-document-3868\\_es.html](http://www.socioeco.org/bdf_fiche-document-3868_es.html)
- Berg, Annukka; Riina, Antikainen; Hartikainen, Ernesto; Kauppi, Sari; Kautto, Petrus; Lazarevic, David; Piesik, Sandra, y Saikku, Laura (2018), “Circular Economy for Sustainable Development”, *Reports of the Finnish Environment Institute*, 26. Recuperado de [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/251516/SYKEEre\\_26\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/251516/SYKEEre_26_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Bernache, Gerardo (2015). “La gestión de los residuos sólidos: un reto para los gobiernos locales”. *Sociedad y Ambiente*, 1(7), pp. 72-98. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/4557/455744912004.pdf>
- Baudrillard, Jean (2009). *La sociedad del consumo*. España: Siglo XXI, 253 pp.
- Calva-Alejo, Crescencio y Rojas-Caldelas, Rosa (2014). “Diagnóstico de la gestión de residuos sólidos urbanos en el municipio de Mexicali, México: Retos para el logro de una planeación

- sustentable”. *Información Tecnológica*, 25(3), pp. 59-72. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v25n3/art09.pdf>
- Carpintero, Oscar (2006). *La bioeconomía de Georgescu-Roegen*. Barcelona, España: El Viejo Topo, 274 pp.
- Castillo-González, Eduardo y De Medina-Salas, Lorena (2014). “Generación y composición de residuos sólidos domésticos en localidades urbanas pequeñas en el estado de Veracruz, México”. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 30(1), pp. 81-90. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v30n1/v30n1a7.pdf>
- Cavazos, Guillermo y González, José María (2009). “Herbert Simon: crítica al axioma de racionalidad perfecta”. *Equilibrio económico*, X(5), 1, pp. 29-67. Recuperado de <http://www.equilibrio-economico.uadec.mx/descargas/Rev2009/Rev09Sem1Art2.pdf>
- Cazau, Pablo (2006). “Introducción a la investigación en ciencias sociales”. Recuperado de <http://alcazaba.unex.es/asg/400758/MATERIALES/INTRODUCCI%C3%93N%20A%20LA%20INVESTIGACI%C3%93N%20EN%20CC.SS.pdf>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2016). “Agenda 2030 y los Objetivos de desarrollo sostenible. Una oportunidad para América Latina”. *Naciones Unidas*. Recuperado de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf)
- Cox, Jayne; Giorgi, Sara; Sharp, Veronica; Strange, Kit; Wilson, David C., y Blakey, Nick (2010). “Household Waste Prevention — a Review of Evidence”. *Waste Management & Research*, 28(3), pp. 193-219. Recuperado de <https://doi.org/10.1177/0734242X10361506>
- Diario Oficial de la Federación (2018). “Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). Última reforma publicada DOF 19-01-18”. Recuperado de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263\\_190118.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_190118.pdf)
- Fonatanneau, Bénédicte; Neamtan, Nancy; Wanyama, Fredrick; Pereira, Leandro, y De Porter, Mathieu (2010). “Social and Solidarity Economy: Building a Common Understanding”. *International Training Centre of the International Labour Organization*. Recuperado de <https://www.diktio-kapa.dos.gr/keimena/SSEBuildingCommonUnder.pdf>
- Georgescu-Roegen, Nicholas (1975) “Energía y mitos económicos”. *El Trimestre Económico*, 41(3), pp. 779-836. Recuperado de [file:///C:/Users/Usuario%2002/Downloads/DOCT2065298\\_ARTICULO\\_1%20\(1\).PDF](file:///C:/Users/Usuario%2002/Downloads/DOCT2065298_ARTICULO_1%20(1).PDF)
- Georgescu-Roegen, Nicholas (1996). *La ley de la entropía y el proceso económico*. España: Visor.
- Gran-Castro, Juan Alberto y Bernache-Pérez, Gerardo (2016). Gestión de residuos sólidos urbanos, capacidades del gobierno municipal y derechos ambientales. *Sociedad y Ambiente*, 9:73-101. <https://doi.org/10.31840/sya.v0i9.1634>.
- Guridi, Luis y Mendiguren, Juan Carlos (2014). “La dimensión económica del desarrollo humano local: La economía social y solidaria”. Universidad del País Vasco/Instituto de Estudios sobre el Desarrollo y Cooperación Internacional/Garapenerako Lankidetzaren Euzkal Agentzia. Recuperado de <http://www.dhl.hegoa.ehu.es/ficheros/0000/0781/ESSDHL.pdf>

- Guzmán Chávez, Mauricio y Macías Manzanares, Carmen Himilce (2012). “El manejo de residuos sólidos municipales: Un enfoque antropológico. El caso de San Luis Potosí, México”. *Estudios Sociales*, 20(39), pp. 236-261. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3821173>
- Haas, Willi; Krausmann, Fridolin; Wiedenhofer, Dominik, y Heinz, Markus (2015). “How Circular is the Global Economy? An Assessment of Material Flow, Waste Production, and Recycling in the European Union and the World in 2005”. *Journal of Industrial Ecology*, 19(5), pp. 765-777. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/jiec.12244>
- Hernández, María del Consuelo; Aguilar, Quetzalli; Taboada, Paul; Lima, Roberto; Eijaiek, Mónica; Márquez, Liliana, y Buenrostro, Otoniel (2016). “Generación y composición de los residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe”. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 32, pp. 11-22. Recuperado de <file:///C:/Users/Usuario%2002/Downloads/52739-151850-1-PB.pdf>
- Hernández-Berriel, María del Consuelo; Aguilar-Virgen, Quetzalli; Toboada-González, Paul; Lima-Morra, Roberto; Eljaiek-Urzola, Mónica; Marqueza-Benavides, Liliana y Buenrostro-Delgado, Otoniel (2016). Generación y composición de los residuos sólidos urbanos en América latina y el caribe, *Rev. Int. Contam. Ambie* (Especial Residuos Sólidos) 32:11-22. DOI: 10.20937/RICA.2016.32.05.02
- Ikhlal, Mahdi (2018). “Development of Management Systems for Sustainable Municipal Solid Waste in Developing Countries: A Systematic Life Cycle Thinking Approach”. *Journal of Cleaner Production*, 180, pp. 571-586.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2011). “Censo Nacional de Gobierno 2011. Gobiernos municipales y delegacionales”. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/cngmd/2011/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2013). “Censo Nacional de Gobierno 2011. Gobiernos municipales y delegacionales”. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx/programas/cngmd/2013/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2017). “Censo nacional de gobiernos municipales y delegacionales. 2017”. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/cngmd/2017/>
- Jiménez Martínez, Nancy Merary (2015). “La gestión integral de residuos sólidos en México: entre la intención y la realidad”. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 17, pp. 29-56. Recuperado de <https://revistas.flacsoandes.edu.ec/letrasverdes/article/view/1419>
- Kaberger, Tomas y Mansson, Bengt (2001). “Entropy and Economic Processes — Physics Perspectives”. *Ecological Economics*, 36, pp. 165-179. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/d9e9/ff8f87e0fd29c8206790176ff6ae8308a1f7c.pdf>
- Kalmykova, Yuliya; Sadagopan, Madumita, y Rosado, Leonardo (2018). “Circular Economy – From Review of Theories and Practices to Development of Implementation Tools”. *Resources, Conservation & Recycling*, 135, pp. 190-201. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.034>

- Khalil, Elias (2004). "The Three Laws of Thermodynamics and the Theory of Production". *Journal of Economic Issues*, 38(1), pp. 201-226. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/pdf/4227995.pdf?refreqid=excelsior%3Aa3afd5e05b9d47a302b3298b7c94c293>
- Korhonen, Jouni; Honkasalo, Antero, y Seppälä, Jyri (2018). "Circular Economy: The Concept and its Limitations". *Ecological Economics*, 143, pp. 37-46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>
- Laurent, Alexis; Bakas, Ioannis; Clavreul, Julie; Bernstand, Anna; Niero, Monia; Gentil, Emmanuel; Hauschild, Michael, y Christensen, Thomas (2014). "Review of LCA Studies of Solid Waste Management Systems – Part I: Lessons Learned and Perspectives". *Waste Management*, 34(3), pp. 573-588. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.10.045>
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos (LGPGIR) (2018) Última reforma Diario Oficial de la Federación, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Recuperado de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263\\_190118.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_190118.pdf)
- Linzner, Roland y Lange, Ulrike (2013). "Role and Size of Informal Sector in Waste Management – A Review. Waste and Resources Management". *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, 166(2), pp. 69-83. Recuperado de <https://doi.org/10.1680/warm.12.00012>
- Marinos-Kouris, Dimitrios y Mourtsiadis, Andreas (2015). "Environment and Recycling: Some Comments on the Entropy Limits". *Fresenius Environmental Bulletin*, 24(3b), pp. 1158-1163. Recuperado de [https://www.academia.edu/31024804/Environment\\_and\\_recycling\\_Some\\_comments\\_on\\_the\\_entropy\\_limits](https://www.academia.edu/31024804/Environment_and_recycling_Some_comments_on_the_entropy_limits)
- Martínez-Alier, Joan y Roca-Jusmet, Jordi (2013). *Economía ecológica y política ambiental*, México: FCE.
- Marshall, Rachael E. y Farahbakhsh, Khosrow (2013). "Systems Approaches to Integrated Solid Waste Management in Developing Countries". *Waste Management*, 33, pp. 988-1003. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.12.023>
- Morales, Talía (2011). "Civilización y contaminación". *Revista aion.mx*, 47(8). Recuperado de <http://aion.mx/cultura/civilizacion-y-contaminacion>.
- Prats, Fernando; Herrero, Yayo, y Torrego, Alicia (2016). *La gran encrucijada. Sobre la crisis social y el cambio de ciclo histórico*. Madrid, España: Editorial Libros en Acción, 300 pp.
- Purvis, Ben; Mao, Yong, y Robinson, Darren (2017). "Thermodynamic Entropy as an Indicator for Urban Sustainability?". *Procedia Engineering*, 198, pp. 802-812. Recuperado de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877705817329788?token=F6FE00CD28EF58D91E0950C6746F5F58E7961D824347346B54F71FF0E3FB0DD037EB8DC7603485F2E83056AA554509D0>
- Razeto, L. (1993). *De la economía popular a la economía de la solidaridad, en un proyecto de desarrollo alternativo*. México: Instituto Mexicano de la Doctrina Social Cristiana.
- Reike, Denise; Vermeulen, Walter J. V. y Witjes, Sjors (2018). The circular economy: New or Rerubished as CE 3.0? — Exploring Controversies in the Conceptualization of the Circular Economy through a Focus on History and Resource Value Retention Options, *Resources*,

- Conservation & Recycling*, 135, pp. 246-264. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.027>
- Riera, Pere; García, Dolores; Kristrom, Bengt, y Brännlund, Runar (2011). *Manual de economía ambiental y de los recursos naturales*. Madrid, España: Paraninfo, 356 pp.
- Rosas-Baños, Mara (2012). “Economía ecológica y solidaria: rumbo a una propuesta integrada que visualice las rutas hacia la transición”. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 18, pp. 89-103. Recuperado de [http://www.socioeco.org/bdf\\_fiche-document-782\\_es.html](http://www.socioeco.org/bdf_fiche-document-782_es.html)
- Rosas-Baños, Mara (2017). “Economía ambiental: expansión de la lógica de acumulación capitalista como dominio de lo muerto sobre lo vivo”. *Mundo Siglo XXI*, XIV(43), pp. 75-87. Recuperado de [https://www.mundosisigloxxi.ipn.mx/images/Siglo%20XXI%2075-92\\_43.pdf](https://www.mundosisigloxxi.ipn.mx/images/Siglo%20XXI%2075-92_43.pdf)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2012). “Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales, indicadores clave y de desempeño ambiental”. Recuperado de [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe\\_12/pdf/Cap0\\_docs\\_previos.pdf](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_12/pdf/Cap0_docs_previos.pdf)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2015). “Informe de la situación del medio ambiente en México”. Recuperado de <http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe15/>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2019a). “Visión nacional hacia una gestión sustentable: Cero residuos”. Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/435917/Vision\\_Nacional\\_Cero\\_Residuos\\_6\\_FEB\\_2019.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/435917/Vision_Nacional_Cero_Residuos_6_FEB_2019.pdf)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2019b). “Visión Basura cero. Líneas de implementación”. Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/463684/Vision\\_Basura\\_Cero\\_-\\_Lineas\\_de\\_Implementacion\\_\\_13\\_03\\_2019\\_.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/463684/Vision_Basura_Cero_-_Lineas_de_Implementacion__13_03_2019_.pdf)
- Seldman, Neil (2016). “Zero Waste: A Short History and Program Description”. *Institute for Local Self-Reliance*. Recuperado de <https://ilsr.org/zero-waste-a-short-history-and-program-description/>
- Sharp, Veronica; Giorgi, Sara, y Wilson, David C. (2010). “Delivery and Impact of Household Waste Prevention Intervention Campaigns (at the Local Level)”. *Waste Management & Research*, 28, pp. 256-268. doi: 10.1177/0734242X10361507
- Troschinetz, Alexis M. y Mihelcic, James R. (2009). “Sustainable Recycling of Municipal Solid Waste in Developing Countries”. *Waste Management*, 29(2), pp. 915-923. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X08001669?via%3Dihub>
- Valdivia-Alcalá, Ramón; Abelino-Torres, Gonzalo; López-Santiago, Marco A., y Zavala-Pineda, María J. (2012). “Valoración económica del reciclaje de desechos urbanos”. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 8(3), pp. 435-447. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcscfa/v18n3/v18n3a14.pdf>
- Venegas Sahagún, B. A.; García Bátiz, M. L., y Sánchez Bernal, A. (2014). “Gestión de residuos sólidos municipales en México. Un análisis comparativo”. *Gestión Ambiental*, 28, pp. 25-47. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/308516226\\_Gestion\\_de\\_residuos\\_solidos\\_municipales\\_en\\_Mexico\\_Un\\_analisis\\_comparativo](https://www.researchgate.net/publication/308516226_Gestion_de_residuos_solidos_municipales_en_Mexico_Un_analisis_comparativo)

- Williams, Ian David; Curran, Tony, y Schneider, Felicitas (2012). “The Role and Contribution of the Third Sector in Terms of Waste Management and Resource Recovery”. *Waste Management*, 32(10), pp. 1739-1741. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.06.019>
- World Bank Group (WBG) (2018). “What a Waste 2.0. A global Snapshot of Solid Waste Management to 2050”. *World Bank Group*. Recuperado de <https://elibrary.worldbank.org/doi/abs/10.1596/978-1-4648-1329-0>
- World Wildlife Fund (WWF) (2014). “Informe del planeta vivo 2014, resumen”. World Wildlife Fund. Recuperado de [https://www.footprintnetwork.org/content/images/article\\_uploads/Informe-PlanetaVivo2014\\_LowRES.pdf](https://www.footprintnetwork.org/content/images/article_uploads/Informe-PlanetaVivo2014_LowRES.pdf)
- World Wildlife Fund (WWF) (2016). “Informe del planeta vivo 2016, riesgo y resiliencia en una nueva era”. *World Wildlife Fund*. Recuperado de [http://awsassets.panda.org/downloads/informe\\_planeta\\_vivo\\_2016.pdf](http://awsassets.panda.org/downloads/informe_planeta_vivo_2016.pdf)
- Zorpas, A. y Lasaridi, K. (2013). Measuring waste prevention. Elsevier. *Waste Management*, 33: 1047–1056. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X1200582X?via%3Dihub>

Editor asociado: Cristian Kraker Castañeda

Recibido: 5 de abril de 2019

Aceptado: 8 de octubre de 2019