

Análisis de alternativas para la gestión actual de residuos en la Ciudad de Buenos Aires a partir de distintos criterios

Analysis of Alternatives for Actual Waste Management in Ciudad Autónoma de Buenos Aires Considering Different Criteria

Mariana Saidón^{a, b}

RESUMEN

Este trabajo compara alternativas de gestión de residuos sólidos urbanos para la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, considerando su desempeño relativo en distintas dimensiones: financiera, ambiental (local y global) y social. Se realizó un estudio exploratorio de tipo cualitativo, considerando diversas fuentes de información primaria y secundaria para evaluar la pertinencia de extrapolar resultados obtenidos en la literatura del ámbito internacional al contexto actual de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, en cada una de las dimensiones examinadas. Se concluye que, en términos generales, resulta pertinente aplicar la jerarquía de prevención, reutilización, reciclado, otra recuperación y eliminación. Esto admite fortalecer el reciclaje de materiales secos, combinado con tratamiento de residuos orgánicos vía digestión anaeróbica y/o compost aeróbico; conjuntamente con el fortalecimiento de la separación en origen y la recolección selectiva. La disposición final debe tender a decrecer, progresivamente. Estudios por corrientes específicas de materiales son aún necesarios.

PALABRAS CLAVE: residuos sólidos; políticas; empleo; ambiente; costos.

ABSTRACT

This paper compares alternatives to manage urban solid waste in Ciudad Autónoma de Buenos Aires, considering its relative performance in different dimensions: financial, environmental and social. A qualitative exploratory study was carried out, considering various sources of primary and secondary information to evaluate the relevance of extrapolating results obtained from the international literature to the current context of the Autonomous City of Buenos Aires, in each of the dimensions. It is concluded that, in general, it is pertinent to apply the hierarchy of prevention, reuse, recycling, other recovery and elimination. This allows the combination of recycling dry materials, with treatment of organic waste via anaerobic digestion and/or aerobic compost; together with the strengthening of separation at source, and selective collection. The final disposition must tend to decrease, progressively. Studies by specific material currents are still necessary.

KEY WORDS: solid waste; policies; employment; environment; costs.

Introducción

La Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) es la capital federal de Argentina. Es un distrito densamente poblado (14.308 habitantes/km²), que genera una gran masa de residuos sólidos urbanos

(RSU). CABA depositó en rellenos 1.071.944 t en 2018, según datos oficiales de la Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE). La mayor parte de los RSU son húmedos (43,6% alimentos y 4,9% poda y jardín). Del

a Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), Escuela de Política y Gobierno (EPyG). Buenos Aires, Argentina. ORCID Saidón, M.: 0000-0003-0378-1386

b Autor de correspondencia: msaidon@yahoo.com .

Recepción: 14 de febrero de 2019. Aceptación: 13 de abril de 2019

resto, la mayor participación la tienen papeles y cartones (14,4%), y plásticos (12,6%) (UBA y CEAMSE, 2016).

El manejo de los RSU generados en el territorio es responsabilidad primaria del gobierno local y representa un tema sustantivo en el ámbito de las políticas públicas de CABA en términos presupuestarios y de su impacto ambiental. Por otra parte, en la ciudad el tema cobra especial importancia a nivel social, en tanto existen grupos de personas en condiciones de vulnerabilidad que basan su subsistencia en la recuperación de residuos (Gutiérrez, 2017; Montero et al., 2018).

En CABA, desde 1978, los RSU comenzaron a trasladarse hacia rellenos sanitarios alejados, ubicados en jurisdicción provincial, por fuera de la ciudad, debido a la alta ocupación del territorio.

Pero tales rellenos comenzaron a estar cada vez más colapsados y cuestionados por parte de vecinos y organizaciones ambientalistas, por la contaminación que ocasionaban y resistidos por las poblaciones vecinas que potencialmente serían afectadas ante la posible apertura de nuevos rellenos en sus territorios (Carré et al., 2013).

A la par, desde la emergencia económico-social que vivió la Argentina hacia 2001, un número significativo de personas había comenzado a subsistir en base a la venta de residuos recuperados. Esto comenzó a dar lugar a una serie de reclamos, por parte de recuperadores urbanos, por el enterramiento de un material que, en cambio, podría aprovecharse como fuente de ingresos, en un empleo formal de un grupo de población que pionera en la separación en origen y la recolección diferenciada, operaba en condiciones precarias de trabajo, sin protección sanitaria ni cobertura médica (Montero et al., 2018). Esto profundizó la crítica al relleno como destino para los residuos de CABA.

Esta situación se dio, además, en un contexto internacional en el que se suscitaban cambios en la manera de pensar la gestión de los residuos. El enfoque de la *economía circular* –atribuido a Pearce y Turner (1989)– fue ganando terreno, contraponiéndose al paradigma de *economía lineal*. La *economía circular* sostiene la noción de sistema (de flujo de materiales) cerrado, alegando que la economía y el ambiente deberían encontrar un equilibrio para

coexistir armónicamente en él (Geissdoerfer et al., 2017), fomentando varios ciclos de reutilización y reciclado, y cuando fuera imposible, podrían valorizarse energéticamente los residuos, pero sin obstaculizar el aumento del reciclado, la recuperación de orgánicos y la reutilización (Comisión Europea, 2017). Así, la jerarquía de la *economía circular* para la gestión de los residuos sería: prevención (reducir la generación), reutilización, reciclaje de secos y recuperación de orgánicos –para reintroducirlos en el sistema ecológico, o como insumos para la producción–, otra recuperación, eliminación, avalando una perspectiva de gestión integral de residuos sólidos urbanos (GIRSU).

En este marco, a nivel nacional y en CABA comenzaron a sancionarse leyes con enfoque GIRSU, muchas de las cuales incorporaron la dimensión social, con participación de los recuperadores en la gestión de los residuos.

En Argentina, la reforma constitucional de 1994 postuló el derecho a un ambiente sano. En CABA, en 2003, la Ley 992 (LCABA, 2003) estableció la recolección diferenciada de residuos y habilitó a los recuperadores urbanos para manipular, transportar y comercializar residuos. Luego, a nivel nacional, en 2004, se promulgó la Ley de Gestión de Residuos Domiciliarios (Ley 25.916/SCDNA, 2004) y en 2005, se puso en marcha la Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (ENGIRSU – MSA, 2005). Desde 2006, en CABA, la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, Ley 1.854/LCABA (2006), (“Ley Basura Cero”) promueve la reducción en la generación de residuos, la separación selectiva, la recuperación –priorizando a las cooperativas de recuperadores en la gestión de residuos secos– y el reciclado. Además, impide la disposición en basurales a cielo abierto y fija plazos y metas para reducir el enterramiento en rellenos, prohibiendo en 2020 la disposición final de materiales. A su vez, inhibe la combustión de residuos, hasta lograr una reducción en la disposición final del 75% respecto de 2004. En 2014, la Ley 4.859/LCABA (2014) para generadores especiales¹

1 Los generadores especiales son grandes generadores de residuos, como hoteles 4 y 5 estrellas; supermercados; edificios públicos; entre otros.

estableció que estos gestionen sus propios residuos, con enfoque GIRSU.

En este marco, en CABA, desde 2003, se instrumentó la recolección diferenciada (selectiva) de residuos “húmedos” (mixtos, depositados en la “bolsa negra”) y “secos”. Estos últimos son separados en origen por algunos vecinos, voluntariamente, y derivados a Centros Verdes, ubicados dentro de CABA y clasificados por cooperativas de recuperadores; o al Centro de Reciclaje de la Ciudad, en donde funciona una planta de tratamiento de áridos, una de material PET (tereftalato de polietileno) y una de clasificación MRF (*Material Recycling Facility*). Para los residuos orgánicos existe una planta para generadores especiales, y otras dos para restos forestales y poda. La *bolsa negra*, que aún contiene la mayor parte de los residuos generados en el distrito, es derivada al relleno, que produce energía, a partir de biogás y, en menor medida, a una planta de Tratamiento Mecánico-Biológico (TMB), con capacidad de 1.100 t d⁻¹, en territorio provincial (Gutiérrez, 2017).

Como resultado, CABA logró disponer en relleno en 2018 un 72% de lo dispuesto en 2004². A la par, evidenció logros sociales (parciales): los recuperadores cooperativizados perciben ingresos por la venta de materiales y una remuneración del gobierno local, además de un seguro por accidentes y cobertura médica. Se estima que existen entre diez mil y doce mil recuperadores en CABA y que, de ellos, 4.200 están registrados en cooperativas y el resto son informales (Brandão y Gutiérrez, 2018).

Ahora bien, hacia 2017 CABA no había cumplido con lo que preveía la normativa. La disminución del enterramiento en relleno distaba de las metas fijadas (Saidón y Verrastro, 2017). Las políticas de separación en origen y recolección diferenciada deficientes, así como el déficit en materia de mercados demandantes de materiales recuperados operaban como barrera para ello. En el plano social, prevalecían los recuperadores informales y los cooperativizados reclamaban por una mejora en las políticas que los contemplaban (Schammah y Saidón, 2018). En este contexto, empezaron a surgir nuevas demandas y propuestas para gestionar los RSU.

2 Basado en datos publicados por la CEAMSE. Última consulta: febrero de 2018.

En 2018, se aprobó la Ley 5.966 (LCABA, 2018), modificatoria de la Ley 1.854/LCABA (2006) (Bassura Cero), relajando las metas de reducción en la disposición en relleno y habilitando la termo-valorización de residuos. Esto abrió nuevos debates y movilizaciones por parte organizaciones de recuperadores y ambientalistas, que enfatizaron el incumplimiento de las metas previstas y que la incineración con recuperación energética no responde a un enfoque GIRSU con inclusión social, ni de *economía circular*, pues elimina residuos no renovables, genera emisiones contaminantes y compite con el empleo de los recuperadores (desgrabaciones de reunión abierta en la legislatura local). Al momento de cerrar este trabajo, un recurso de amparo presentado por distintas organizaciones ante la justicia logró, finalmente, suspender la implementación de esta ley (Ley 5.966, LCABA, 2018), hacia fines de 2019.

Considerado este campo de debate, este trabajo tiene como objetivo examinar el desempeño relativo de las alternativas para gestionar los residuos sólidos urbanos en CABA en la actualidad, en términos de tres dimensiones: financiera, social y ambiental.

La gestión de residuos en CABA involucra aspectos complejos y constituye un desafío, en tanto no se ha conseguido superar el cuestionado modelo de enterramiento masivo de residuos, a pesar de ciertos logros en materia de GIRSU e inclusión social (arriba mencionados), entendiéndose por “inclusión social” a lo establecido por la normativa de CABA -leyes 992/(LCABA, 2003) y 1.854/LCABA (2006)-, que propone la incorporación de recuperadores al ámbito formal del manejo de los residuos; a la vez que subraya que debe ser respetada y mantenida la valiosa tarea que desarrollan.

Realizar un análisis comparativo entre alternativas posibles para la gestión de residuos y examinar lo que esto aporta a un territorio de un país *en desarrollo*, en donde estos estudios son poco frecuentes, resulta de interés.

Metodología

Para responder al objetivo propuesto, se realizó un estudio exploratorio de tipo cualitativo en el que, para comparar las alternativas para gestionar los RSU, se seleccionaron tres dimensiones de análisis:

§ *Financiera*: se contemplaron los “costos financieros netos”, definidos como costos de inversión, más los costos operativos, menos los ingresos generados por la venta de sub-productos (a partir de la valorización de los residuos). Estos costos se analizaron examinando la vida útil de las tecnologías implementadas, inter-temporalmente.

§ *Ambiental*:

- *local*, en cuanto a la incidencia sobre la contaminación (de tierra, agua y aire) y la explotación de recursos; y
- *global*, según las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) generadoras de cambio climático.

§ *Social*: analizando la generación de puestos de trabajo formales.

En las tres dimensiones se consideraron los efectos directos, que implica el transporte y el tratamiento o disposición final de residuos en cada alternativa de gestión, así como la incidencia indirecta, a través de cadenas de valor o evitando la explotación de materiales vírgenes.

Para realizar el análisis se triangularon diversas fuentes de información primaria y secundaria, según lo que se describe a continuación:

En primer lugar, se consultaron trabajos de investigación empíricos. Se seleccionó bibliografía identificando estudios que, en el ámbito internacional, examinaron el desempeño de distintas alternativas de gestión de residuos. También se relevaron investigaciones con estudios comparativos entre alternativas en cuanto a tal desempeño. Luego, se examinó qué resultados se mantienen entre los distintos estudios y cuáles son más relativos a las especificidades de los distintos contextos a los que se aplicaron, cuáles son más claros y cuáles más discutidos. Estos resultados se expresaron de manera sintética, mediante información cualitativa y cuantitativa, discriminando según las dimensiones analíticas (financiera, ambiental y social) propuestas.

En segundo lugar, se realizó una caracterización de CABA, dando cuenta de algunas especificidades del contexto económico-social y particularidades acerca de los residuos generados en el territorio, así

como de los actores y actividades relevantes asociadas a los mismos. Para ello, se recurrió a (cinco) entrevistas³, documentos institucionales, análisis de (dos) sesiones en legislatura y de normativa. Esto permitió demarcar las necesidades, los límites, las posibilidades y, en última instancia, la pertinencia de aplicar a nivel local los resultados que surgen de los estudios examinados en el plano internacional, a partir de un análisis situado que los interpele y redefina, evitando una extrapolación directa y a-crítica de los mismos.

El relevamiento de información se realizó considerando el principio de saturación teórica (Glaser y Strauss, 1967), que se alcanza cuando nuevos datos ya no aportan conocimientos significativos en relación con el objetivo de la investigación, contemplando las categorías de análisis definidas.

Se buscó considerar la pertinencia de extrapolar los resultados obtenidos a partir de la revisión de literatura del ámbito internacional al contexto actual de CABA, en tanto se trata de políticas potenciales, en diversos casos, que no han sido aplicadas en este distrito y, por lo tanto, no pueden ponerse a prueba concretamente allí. Al respecto, en cuanto a la generación de puestos de trabajo y distintos aspectos ambientales no resulta problemática tal extrapolación, en tanto se derivan estos de cuestiones técnicas, en donde las especificidades de lo local (más allá del clima y cómo perturba este a ciertos procesos) no afectan significativamente los resultados, los cuales, además, se obtuvieron revisando estudios aplicados a contextos disímiles. En cuanto al aspecto financiero, se realizó una extrapolación bajo el supuesto de precios relativos similares entre países. En las conclusiones se retomó esta cuestión, considerando los cuidados que hay que tener al respecto.

3 Las entrevistas aquí consideradas forman parte del proyecto de investigación PIO-CONICET-UNSAM 2015-2016 “¿Hacia un nuevo modelo? Avances en la gestión integral de residuos sólidos urbanos en Argentina”.

Alternativas tecnológicas para el tratamiento o disposición final de los residuos en CABA

Para tratar o llevar a disposición final los RSU existen distintas alternativas posibles:

- § *Rellenos sanitarios*: son espacios para la disposición final de RSU, los que se vuelcan (pueden tratarse previamente), compactan, y cubren con tierra y otros materiales. Esa capa es cubierta con otra capa de residuos, y así sucesivamente. Se diseñan con medidas de impermeabilización y captación de lixiviados, para disminuir la contaminación de la tierra y aguas subterráneas. Cada vez es más usual la recuperación de biogás producido en la descomposición, para utilizarse como combustible.
- § *Termo-valorización*: es el tratamiento térmico de residuos a temperaturas que los oxidan y descomponen, reduciendo su volumen, y recuperando su contenido energético, para producir electricidad y calor para calefacción. Además, pueden valorizarse las cenizas, para uso en la construcción, como escoria para la industria metalúrgica, etc. Asimismo, es factible la recuperación de metales del 50% de las cenizas, según estimaciones realizadas (Lin, 2017). Las instalaciones de purificación limitan las emisiones contaminantes. Pueden incinerarse residuos mixtos, aquellos selectivamente recogidos; tratados o sin tratar. El diseño y tamaño de las plantas varían según especificidades técnicas y el residuo a tratar. Las técnicas más usadas son: parrillas móviles (residuos mixtos) y lecho fluido circulante (residuos seleccionados).
- § *Digestión anaeróbica*: es un proceso que, controladamente, mediante microorganismos, degrada los residuos orgánicos, en ausencia de oxígeno. Con ello se obtiene biogás (a través de biodigestores), digesto y lixiviados. El biogás puede destinarse a procesos de cogeneración, a inyección de gas en la red y a combustibles de transporte. Dependiendo de la materia digerida, con el digesto puede producirse abono orgánico y con los lixiviados biofertilizante líquido, o resultar esto en un residuo.
- § *Compost aeróbico*: consiste en la degradación de residuos orgánicos en presencia de oxígeno,

fermentándolos con microorganismos. Existen distintas técnicas, como Hileras, Vermi o en recipientes. El compost generado puede utilizarse como abono de calidad (rico en fósforo y nitrógeno) para el suelo. Para ello, debe realizarse una rigurosa selección previa del residuo a utilizar para, por ejemplo, evitar posibles contaminantes o su descomposición ácida. Modificando los procesos pueden obtenerse distintos resultados -temperatura, pH, humedad, porosidad, nutrientes, etc.-.

- § *Reciclaje*: comprende aquellas plantas de clasificación y tratamiento de materiales secos para su recuperación. Estas cuentan con distinto grado de tecnificación y formato, lo cual varía con los materiales con los que operan. Las plantas altamente mecanizadas son las MRF, previamente mencionadas. Otros formatos son más intensivos en mano de obra. Una mejor y mayor separación en origen, con recolección selectiva, así como la existencia de tecnologías y mercados que permitan luego comercializar materiales recuperados, facilita la clasificación y valorización de los residuos.
- § *Tratamiento Mecánico Biológico (TMB)*: se realiza en instalaciones que combinan las etapas de separación manual, separación mecánica y bioestabilización de residuos húmedos, para acelerar su descomposición. Inicialmente se separa una pequeña proporción de materiales recuperables (plástico, vidrio, etc.) de los residuos mixtos. El material bioestabilizado puede utilizarse para cobertura de rellenos. Otra parte del material se encapsula y entierra. Las TMB permiten cierto manejo de las emisiones de biogás, de los lixiviados y reducen el volumen de residuos a disponer. Algunas veces incorpora la generación de Combustibles Derivados de Residuos (CDR) que se envían, por ejemplo, a hornos de cemento, para obtener energía.

Sobre otras técnicas -como *Pirólisis*, *Gasificación*, *Carbonización Hidrotermal*, o *Plasma*- existen menos experiencias en cuanto a su aplicación y, por lo tanto, no hay resultados significativos para poder evaluarlas en los términos que lo propone este artículo.

Resultados

A continuación, se abordan los resultados derivados de contrastar distintas alternativas para gestionar los residuos, a partir de la revisión de literatura internacional, sistematizando la información en las dimensiones seleccionadas.

Dimensión financiera

Los rellenos sanitarios varían en términos de costos netos según su escala, sistema de control de efluentes y de la posibilidad de captación de gas y/o electricidad (Lin, 2017).

La termo-valorización tiene altos costos de capital (en compra de terreno, instalación, construcción, incineradores, sistema de manejo de cenizas, turbina, control de contaminación del aire y dispositivos de monitoreo) y operativos. Los costos varían con el precio de las tierras, la escala, el tipo de proyecto y de equipamiento. Los límites de emisiones a la atmósfera y los requerimientos de eficiencia energética impactan en la tecnología e incrementan los costos (Cheng y Hu, 2010).

Las plantas TMB requieren de alta inversión en adquisición de tierras, desarrollo del proyecto, equipos de tratamiento (trituradores, pantallas, separadores magnéticos, separadores de corrientes, clasificadores de aire, cargadores, volteadores de compost, etc.), depuradores y biofiltros. Suele haber mayor variabilidad en los costos totales que en otras tecnologías, debido a más opciones de tratamiento (Hogg, 2005). También incide en los costos el tamaño de la planta (Tsilemou y Panagiotakopoulos, 2007), las características del tratamiento biológico, la posible extracción de CDR, los costos de eliminación de residuos, entre otras cuestiones. A mayor separación en origen aumenta la eficiencia en la planta. Los ingresos varían según se genere y venda CDR, energía o reciclables, si bien existe una escasa incidencia en el reciclado de residuos si los materiales ingresan sin diferenciar. Por ejemplo, se estimó en países europeos que es factible recuperar un 50% de los metales y que los residuos tienen alrededor de un 9% de metales y que se producen $0,55 \text{ MW h}^{-1}$ de electricidad por tonelada de residuos (Hogg, 2005).

La digestión anaeróbica requiere de un proceso complejo, con costos de inversión altos. En India se

estimó que comienzan a saldarse los costos de inversión entre el primer y quinto año de funcionamiento, con los ingresos por ventas de subproductos (fertilizante líquido y biogás), generando beneficios netos (Sourabh et al., 2020).

El compost aeróbico tiene menores costos de inversión que la digestión anaeróbica, en donde la alternativa técnica más económica es la de Hileras. Sin embargo, con la valorización de residuos e ingresos percibidos a partir de ello no se logran compensar los costos (Sourabh et al., 2020).

En el reciclaje, existen diversos tipos de instalaciones posibles. El costo de inversión refiere a tierras, construcción de un galpón y maquinaria (cinta, balanza, chipeadora, etc.), lo cual implica usualmente menor complejidad y costos, respecto de lo requerido en una planta TMB. Los mayores costos de inversión se dan en las plantas MRF. Luego, algunos materiales se procesan en plantas industriales, añadiendo costos extra, generalmente internalizados en los costos de producción de nuevos productos. Sin embargo, el reciclado genera ingresos por la venta de un alto porcentaje de materiales que pueden ser utilizados como materia prima para la producción, reemplazando materiales vírgenes (World Bank, 2012).

Considerando solo los costos, conjugando distintos estudios (para países *desarrollados* y *en desarrollo*) los resultados arrojan que la tecnología TMB con recuperación energética es más costosa que la termo-valorización, que supera al relleno, seguida por la digestión anaeróbica, el compostaje aeróbico, el reciclaje y la reutilización, en ese orden (World Bank, 2012; Lin, 2017). Sin embargo, según las especificidades tecnológicas que se adopten, existe gran variabilidad de costos dentro de cada tecnología, relativizando esto. Al respecto, un estudio aplicado a países *en desarrollo* (Elagroudy et al., 2016) estimó que la termo-valorización implica entre 40 y 100 dólares por tonelada; los rellenos entre 15 y 40; la digestión anaeróbica entre 20 y 80; y el compostaje entre 10 y 40, lo cual entra en cierta tensión con los resultados anteriores, principalmente en el caso de la digestión anaeróbica que, por ejemplo, podría volverse más costosa que el relleno, bajo ciertas condiciones. Según otra investigación, el compostaje aeróbico es menos costoso

que la digestión anaeróbica, pero a mayor escala esto podría revertirse (Murphy y Power, 2006).

Ahora bien, si se descuentan posibles ingresos por recuperación de materiales o energía (Tabla 1), según un estudio de Lin (2017), el mayor ahorro (los menores costos netos) se daría con la termo-valorización, luego con la TMB con recuperación energética, el relleno con captación de gas y electricidad y luego con el relleno (sin considerar las restantes alternativas para el manejo de residuos).

Por su parte, en términos de ingresos, el compost aeróbico y la digestión anaeróbica permiten vender abono orgánico como sub-producto, siendo los retornos más rápidos y mayores en la digestión anaeróbica, que también permite ahorros en la producción de gas (Gebrezgabher et al., 2010).

En Nueva Escocia se estimó que el reciclaje genera beneficios netos significativos respecto del relleno, en donde reemplazar con residuos recuperados la extracción de materiales vírgenes en la producción tiene un peso significativo (Walker et al., 2004). Para algunos materiales, como el aluminio, existe mayor incidencia que en otros, tanto en la energía ahorrada, como en el precio. Para algunos plásticos también ocurre esto, pero como se van degradando, los ciclos de posible reciclaje son más acotados. El papel y el vidrio, asimismo, generan ahorro de energía con el reciclado, aunque en menor medida (Hutchinson, 2008). No se detectaron estudios que contrasten los costos netos del reciclado, con los de la termo-valorización y menos aún por corrientes de materiales.

Existen fuertes economías de escala en el caso del relleno, las plantas TMB, la termo-valorización

y la digestión anaeróbica. Entonces, los altos costos de capital implican mantener un flujo de materiales relativamente constante, para amortiguarlos (Hogg, 2005). Esto, sin embargo, promueve la instalación de grandes predios, generalmente distantes de los sitios de generación de RSU, incrementando las distancias a recorrer y, con ello, los costos en transporte.

Por lo contrario, el compost aeróbico puede realizarse a menor escala (Institute for Local Government, 2015). En efecto, programas de compostaje domiciliarios han resultado exitosos (Elagroudy et al., 2016). El reciclaje también puede trabajarse a baja escala, en pequeñas plantas distribuidas en distintos puntos del territorio, permitiendo reducir costos en transporte (Hogg, 2005). La recolección diferenciada, fundamental en el reciclaje, el compostaje aeróbico y la digestión anaeróbica podría no alterar los costos respecto de la recolección tradicional unificada, alternando días entre distintas corrientes de materiales. Sin embargo, como los camiones compactadores reducen la calidad de los materiales en el caso del reciclaje, el volumen de residuos a ser transportado podría incrementarse, implicando mayor gasto.

Dimensión ambiental

En cuanto a los impactos ambientales locales, diversos estudios de *Análisis de Ciclo de Vida* concluyeron que el desempeño ambiental del relleno es inferior al de todos los demás métodos, considerando alto riesgo de fugas hacia el aire (contaminantes y compuestos orgánicos volátiles), suelo y agua subterránea (Tsilemou y Panagiotakopoulos, 2007;

Tabla 1. Costos, ingresos y costos netos, dólares por tonelada, por alternativa (Estados Unidos)

Alternativa tecnológica	Costos inversión	Costos operativos	Costos totales	Ingresos sin CER*	Ingresos con CER*	Costos netos sin CER*	Costos netos con CER*
Relleno	14,3	28	42,3	45	45	-2,7	-2,7
Relleno con captación gas	15,8	28,5	44,3	55	67,5	-10,7	-23,2
Relleno con captación gas y electricidad	19,7	28,9	48,6	67,4	79,9	-18,8	-31,3
Termo-valorización	31,3	39,5	70,8	101,6	118,6	-30,8	-47,8
TMB con recuperación energética	36,5	44,2	80,7	106,1	119,4	-25,4	-38,7

*CER: Certificados de Reducción de Emisiones.

Fuente: elaboración propia en base a datos de Lin (2017).

Cleary, 2009). Esto varía con la proporción de gases captados y los mecanismos de aislamiento utilizados. Se suman a ello problemas ambientales como el ruido y el olor (Hogg, 2005), así como la sobreexplotación de recursos, dada la baja recuperación de materiales (Eriksson et al., 2005).

En el caso de la termo-valorización se emiten contaminantes al aire (dioxinas y furanos clorados), para lo cual frecuentemente se fijan límites de emisión (Bai y Sutanto, 2002; Cheng y Hu, 2010). También genera cenizas volantes con metales pesados peligrosos, como el mercurio. Deben generarse procedimientos técnicos para tratarlas y examinarse cuidadosamente el destino que se les da. También debe determinarse el proceso de recuperación de energía (con distinta eficiencia posible) y para el reciclaje de materiales.

Distintos trabajos concluyeron que, en términos ambientales, es preferible la termo-valorización al relleno (Dijkgraaf y Vollebergh, 2004; Hogg, 2005). Pero otros sugieren que, excepto que se logre alta eficiencia en la recuperación de calor, los problemas ambientales no son tan diferentes entre ambas alternativas (Dijkgraaf y Vollebergh, 2004).

Generalmente, los estudios de *Análisis de Ciclo de Vida* evalúan que el desempeño ambiental de la termo-valorización es inferior al del reciclaje (Cleary, 2009). La incineración, al eliminar materiales, implica mayor explotación de recursos en nuevos procesos productivos (Lin, 2017). Un trabajo, realizado en los Estados Unidos, para residuos secos concluyó que el reciclaje genera menores cargas ambientales que el relleno o la termo-valorización, incluyendo la acidificación, la eutrofización, los contaminantes atmosféricos y la toxicidad, fundamentalmente debido a la conservación de energía y a la prevención de la contaminación logradas por el uso de materiales reciclables en nuevos procesos productivos, incluso considerando la recolección (Morris, 2005).

En las TMB, respecto de los rellenos, se puede reducir el nivel de amoníaco y los compuestos orgánicos volátiles más dañinos de los residuos con la estabilización aeróbica, antes de ser enterrados, existiendo distintos desempeños posibles. Con estabilización en seco y generando CDR puede mejorar la contaminación del aire y/o desplazar formas energéticas menos limpias. Sin embargo, procesos

productivos derivados de esto podrían emitir nueva contaminación, como un horno de cemento al generar metales pesados más volátiles (variando esto según la composición de los residuos). Las condiciones ambientales de las plantas TMB mejoran a mayor recuperación de materiales, evitando la nueva explotación de recursos (Hogg, 2005).

El compostaje aeróbico reduce significativamente la contaminación cuando hay una adecuada separación en origen previa (World Bank, 2012). Un trabajo que aplicó un modelo integrado de gestión de residuos con *Análisis de Ciclo de Vida* para residuos orgánicos concluyó que la digestión anaeróbica produce menor impacto ambiental que el compostaje aeróbico (Haight, 2005). Sin embargo, la generación de nutrientes para las tierras suele ser mayor con el compost aeróbico que con la digestión anaeróbica (7,6 kg de nitrógeno y 1,1 kg de fósforo por tonelada vs. 8,3 y 2,0 kg, respectivamente). Finalmente, a través de ambas tecnologías pueden generarse olores molestos, si el tratamiento es inadecuado. El compostaje en Hileras, genera emisiones y olores menos controlables que en la tecnología de Vermi o en recipientes (Sourabh et al., 2020).

En cuanto a los impactos ambientales globales, el relleno genera los mayores GEI de todas las alternativas (Liamsanguan y Gheewala, 2008; Lou y Nair, 2009; Friedrich y Trois, 2011; Lin, 2017), si bien algunas variantes técnicas permitirían atenuarlos, como la captura de metano (Lou y Nair, 2009; Friedrich y Trois, 2011) –pese a que se capta alrededor de un 50% debido, por ejemplo, a fugas (Lin, 2017), lo cual reduce GEI en un 58% (Liamsanguan y Gheewala, 2008)– o pre-compostar antes de enterrar (Lou y Nair, 2009).

Existen incineradoras que, al generar energía, permiten reducir emisiones de GEI, reemplazando energía generada en otras fuentes. Pero las emisiones suelen depender de la tecnología aplicada y la composición de los residuos. Un trabajo sostuvo que ocurren menores emisiones de GEI con la termo-valorización que con el relleno, con tratamiento diferenciado de residuos, pero con residuos mixtos esos resultados no son claros (Cleary, 2009). Para otros estudios la termo-valorización sería preferible en ambos casos (Tsilemou y Panagiotakopoulos, 2007).

Otra investigación (Lin, 2017) concluyó que se espera una mayor reducción de GEI en las plantas TMB que en el relleno, pero menor que con la termo-valorización (Tabla 2), si bien esto puede variar según las técnicas implementadas en cada caso.

Tabla 2. Reducción de GEI para distintas alternativas con relación al relleno

Alternativa tratamiento RSU	Reducción de GEI (MTCE/t)
Relleno	0
Relleno con captación gas	0,78
Relleno con captación gas y electricidad	0,78
Termo-valorización	1,06
TMB con recuperación energética	0,83

Fuente: 'modificado de Lin (2017)

Ahora, bien, considerando transporte, tratamiento-disposición y producción, los mayores ahorros de GEI en residuos secos se logran mediante el reciclaje (i.e. Friedrich y Trois, 2011), principalmente debido al reemplazo de materiales vírgenes en la producción, en gran parte, por el ahorro de energía (Morris, 2005; Elagroudy et al., 2016). Esto varía según el tipo de material. Por ejemplo, producir aluminio a partir del reciclaje requiere de un 95% menos de energía que producirlo a partir de materiales vírgenes (World Bank, 2012).

Se ha sostenido que la digestión anaeróbica ahorra más GEI que el compost aeróbico -que libera a la atmósfera CO₂ y óxido nítrico-, desplazando otras fuentes de energía (Murphy y Power, 2006), al producir biogás como combustible. El compostaje aeróbico, además, consume energía para airear y convertir las pilas de compost, si bien la aplicación de un compost terminado a los suelos permite disminuir los requerimientos de nitrógeno y las GEI asociadas (World Bank, 2012). Con la digestión anaeróbica, se estimó, se reducen mayores emisiones de CO₂ que con el compostaje aeróbico en entre un 25 a un 67% (Sourabh et al., 2020).

Otro trabajo sostuvo que, en términos ambientales en general, incluyendo emisiones GEI, la termo-valorización es la opción menos deseable; seguida por el relleno; la digestión anaeróbica, el compostaje

aeróbico; el reciclaje y la reutilización, en ese orden (World Bank, 2012).

En términos de transporte, un razonamiento análogo al realizado en la dimensión financiera se replica en cuanto a contaminación ambiental: las tecnologías que requieren mayor escala suelen incrementar el transporte, y con ello la incidencia ambiental negativa.

Dimensión social

El reciclaje es la tecnología que mayor cantidad de fuentes laborales genera (empleando promotores ambientales, recolectores, clasificadores y, especialmente, a quienes se desempeñan en nuevas cadenas de valor que emergen a partir de la creación de nuevos mercados) en el manejo de residuos secos, en términos generales, si bien esto depende del tipo de material del que se trate y la tecnología utilizada. Por cada 10.000 t métricas de residuos se estimó en Sudáfrica que el reciclaje de papel promovía la creación de 18 empleos, el de vidrio 26, el de plásticos 93, el compostaje cuatro, y el relleno y la termo-valorización un solo puesto (Elagroudy et al., 2016). Las condiciones laborales del reciclaje, además, son más adecuadas cuanto mejor sean las políticas de recolección diferenciada (entrevista a miembro de cooperativa, CABA, octubre 2018).

En cuanto a materiales orgánicos, para la generación de compost aeróbico también hay formatos técnicos más y menos intensivos en mano de obra (Aye y Widjaya, 2006). Se requiere de mayor mano de obra cuanto más descentralizado es el sistema. Así, el compost aeróbico resulta preferible a la digestión anaeróbica, a mayor descentralización, siendo que con esta última el empleo no aumenta proporcionalmente con la cantidad de residuos tratados (Sourabh et al., 2020). Sin embargo, en el caso del compost aeróbico, el requerimiento de mano de obra cae abruptamente si este se realiza a nivel domiciliario. Por otra parte, indirectamente, existe también una escasa generación de empleo derivada de la producción y venta de abono.

En las plantas de termo-valorización y las TMB la necesidad de trabajar con grandes escalas de residuos no juega a favor de la creación de empleo, con relación a otras alternativas, a la vez que esto compite

fuertemente con la actividad de quienes operan en el reciclaje. En comparación con este último, además, tienen escasa generación de empleos indirectos, derivada de la recuperación de un pequeño porcentaje de materiales (entrevista a miembro de organización que nuclea cooperativas, CABA, junio 2018).

Discusión

Habiendo realizado un relevamiento acerca de las implicancias de implementar distintas alternativas para gestionar los residuos en el plano internacional, un resultado general que se desprende del análisis comparativo de los distintos estudios es que a mayor escala y centralización en el tratamiento de los residuos; lo cual ocurre con la termo-valorización, las plantas TMB, los rellenos y la digestión anaeróbica; tiende a generarse menor empleo y más transporte, con los impactos ambientales y financieros negativos consecuentes.

Otro resultado es que para gestionar los residuos secos (48,5% del total, en CABA), el mejor desempeño lo tiene el reciclaje con recolección diferenciada, tanto en la dimensión ambiental, como en la social, variando la envergadura de la mejora con el material considerado. En el caso de CABA, esto se ve reforzado por dos motivos: el reciclaje genera condiciones propicias para la inclusión social de una proporción de la población que vive de actividades asociadas a los residuos, en condiciones de vulnerabilidad y, además, las condiciones de alta ocupación del espacio permiten mayor facilidad para el establecimiento de pequeñas plantas distribuidas en el territorio, que instalaciones asociadas a tecnologías que operen a gran escala. Esto último, llevaría a ubicar las instalaciones para tratar o disponer los residuos, como ocurre hoy, en territorios externos a CABA, incrementando el impacto negativo (financiero y ambiental) del transporte, además de habilitar potenciales disputas geopolíticas entre jurisdicciones. Así, resulta importante instalar nuevos centros de reciclaje en el territorio y/o ampliar la capacidad de los existentes, considerando la aún acotada incidencia de éstos en CABA, en vinculación a lo establecido por la normativa.

En cuanto a la dimensión financiera, el reciclaje de residuos secos tiene un alto desempeño, mejor

que el relleno, debiéndose investigar en profundidad su desempeño con relación a la termo-valorización, en términos de costos netos. Esto debe realizarse considerando los precios locales de los residuos reciclables, de la energía que se puede producir, del transporte -incluyendo distintas ubicaciones posibles de cada alternativa-, para cada corriente de material.

Para materiales orgánicos (51,5% en CABA), el compostaje aeróbico y la digestión anaeróbica son las mejores opciones, cuando estos llegan separados. La digestión anaeróbica tiene un mejor desempeño respecto del compostaje aeróbico en cuanto a costos financieros netos y a emisiones GEI. En términos del impacto ambiental local, la preferencia varía entre ambas alternativas, según el tipo de impacto considerado. En el aspecto social, el compostaje aeróbico tiende a generar más fuentes de empleo, especialmente si este se realiza de manera descentralizada (reduciendo la escala de cada instalación), si bien en un extremo, a nivel domiciliario, esto se invertiría. También, la tecnología utilizada en cada caso, la ubicación y el transporte consecuente necesario harían variar los desempeños relativos entre ambas tecnologías y, en consecuencia, la preferencia por una u otra.

Para la disposición final de residuos no existe una opción claramente superadora. En términos financieros, la termo-valorización con altos estándares de eficiencia resulta preferible. Para la dimensión social y la ambiental, el tema es discutido. Estas alternativas no son *per se* exitosas o no, sino que deben evaluarse, para cada dimensión, en función de otros factores con los que se conjugan -escala; formato de recolección asociado; ubicación geográfica; precios de las tecnologías, insumos y factores productivos; especificidades de la tecnología utilizada; y el tipo de material tratado-, dando lugar a conclusiones distintas para cada situación.

Conclusiones

Se espera que los hacedores de política, a la hora de tomar decisiones en el ámbito de la gestión de los residuos, contemplen las dimensiones financiera, ambiental y social, y con mirada de largo plazo, excediendo los aspectos exclusivamente financieros y cortoplacistas.

El principal mecanismo para mejorar los impactos negativos de gestionar los residuos es reducir su generación (prevenir). Por otro lado, una vez que estos se generan, debe seleccionarse una alternativa de manejo de los mismos. Los resultados de este estudio sugieren que resulta pertinente aplicar en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires la jerarquía para el tratamiento de residuos postulada a nivel internacional -prevención, reutilización, reciclaje (de secos)/ recuperación de orgánicos), otra recuperación, eliminación- para orientar las políticas hacia la GIRSU y la *economía circular*. Contextos como el de CABA, además, dan más fuerza a tal jerarquía, agregando la cuestión de la inclusión social, asociada a la generación de fuentes de empleo formales.

A ello se suman otras características del contexto específico local, en donde se destaca una alta generación de residuos en un territorio urbano densamente poblado y la falta de espacio físico suficiente como para instalar grandes emplazamientos para tratar y recibir magnos volúmenes de residuos, y la normativa vigente, que prescribe la reducción progresiva del enterramiento en rellenos sanitarios y la participación de recuperadores en la gestión de residuos. Entonces, podemos concluir que la combinación del reciclaje de materiales secos, con tratamiento de orgánicos vía digestión anaeróbica y/o establecimientos dispersos de compostaje aeróbico, con políticas sistemáticas y extendidas de recolección domiciliar diferenciada y separación en origen, resultan pertinentes.

Con todo esto, en CABA son necesarias estrategias complementarias de manejo de residuos, priorizando la reducción en la generación y, para los residuos que se generan, fortalecer las políticas de separación en origen con recolección diferenciada, orientadas al tratamiento de secos en centros de reciclaje y de orgánicos, a través de compostaje aeróbico o digestión anaeróbica. Asimismo, las estrategias orientadas a desarrollar tecnologías y mercados que propendan a lograr la comercialización de algunos productos que hacen a la valorización de los residuos mejorarían el desempeño de estas alternativas. También lo harían aquellas orientadas a fortalecer la inclusión social de los recuperadores.

Las políticas, a su vez, deberían orientarse a que el remanente de materiales mixtos (que aún no logre

manejarse a través de la recolección diferenciada) decrezca progresivamente. Solo garantizando tal decrecimiento, esta fracción de los residuos debería manejarse a través de plantas TMB, termovalorización, y/o disposición en rellenos sanitarios, lo cual correspondería definirse estudiando en mayor profundidad la amplia gama de resultados posibles, combinando alternativas técnicas y distintos aspectos del contexto local. Puede darse la situación en donde una tecnología tenga mejor desempeño que otra en una dimensión (financiera, ambiental o social) y peor en otra. En ese caso, debe operar el criterio del decisor para priorizar una alternativa por sobre otra.

A futuro, se recomienda realizar estudios en profundidad, analizando, en cada dimensión, qué ocurre cuando cambian distintos parámetros -de ubicación geográfica, características económicas del contexto, estrategias de recolección alternativas y particularidades técnicas del sistema de gestión a implementar- para cada corriente de material, con una mirada integral, que considere el corto y el largo plazo. Sobre todo en aquellos casos en donde los resultados son más discutidos, los cuales, ante condiciones específicas, pueden salirse de la regla. También debe investigarse el desempeño de tecnologías, sobre las que aún existen estudios insuficientes, en este campo dinámico en el que pueden surgir alternativas superadoras. Finalmente, cabe estudiar en detalle posibles efectos redistributivos de la aplicación de distintas políticas.

Agradecimientos. Agradezco al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) por el apoyo financiero. También a los entrevistados, así como a los evaluadores de este artículo y al Comité Editorial de la revista, que realizaron aportes para enriquecerlo, sin bien el resultado final es responsabilidad de la autora.

Conflicto de intereses. La autora declara no tener algún conflicto de interés que ponga en riesgo la validez de los resultados aquí presentados.

Bibliografía

- Aye, L., Widjaya, E., 2006. Environmental and economic analyses of waste disposal options for traditional markets in Indonesia. *Waste Manag.* 26, 1180-1191. DOI: 10.1016/j.wasman.2005.09.010
- Bai, R., Sutanto, M., 2002. The practice and challenges of solid waste management in Singapore. *Waste Manag.* 22, 557-567. DOI: 10.1016/S0956-053X(02)00014-4

- Brandão, I., Gutiérrez, R., 2018. La emergencia de nuevos regímenes de políticas de residuos sólidos en América Latina: los casos de la Argentina y Brasil. En: Schamber P., Suárez, F. (Eds.), *Los polvorines*. Universidad Nacional de General Sarmiento; Recicloscopio, Buenos Aires. pp. 247-284.
- Carré, M., D'hers, V., Shammah, C., Verrastro, E., 2013. Analizando el conflicto en torno a la recolección y transporte de residuos en la Ciudad de Buenos Aires. En: Merlinsky, G. (Comp.), *Cartografías del conflicto ambiental*. Ediciones Ciccus, Buenos Aires. pp. 119-142.
- Cheng, H., Hu, Y., 2010. Municipal solid waste (MSW) as a renewable source of energy: Current and future practices in China. *Bioresour. Technol.* 101, 3816-3824. DOI: 10.1016/j.biortech.2010.01.040
- Cleary, J., 2009. Life cycle assessments of municipal solid waste management systems: A comparative analysis of selected peer-reviewed literature. *Environ. Int.* 35, 1256-1266. DOI: 10.1016/j.envint.2009.07.009
- Comisión Europea, 2017. El papel de la transformación de los residuos en energía. Com. 34. Bruselas.
- Dijkgraaf, E., Vollebergh, H., 2004. Burn or bury? A social cost comparison of final waste disposal methods. *Ecol. Econ.* 50, 233-247. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2004.03.029
- Elagrouty, S., Warith, M., Zayat, M., 2016. Municipal solid waste management and green economy. *Global Young Academy*; Mike Gardner, Berlín.
- Eriksson, O., Carlsson Reich, M., Frostell, B., Björklund, A., Assefa, G., Sundqvist, J.-O., Granath, J., Baky, A., Thselius, L., 2005. Municipal solid waste management from a system perspective. *J. Clean. Prod.* 13, 241-252. DOI: 10.1016/j.jclepro.2004.02.018
- Friedrich, E., Trois, C., 2011. Quantification of greenhouse gas emissions from waste management processes for municipalities – A comparative review focusing on Africa. *Waste Manag.* 31, 1585-1596. DOI: 10.1016/j.wasman.2011.02.028
- Gebrezgabher, S., Meuwissen, M., Prins, B., Oude Lansink, A., 2010. Economic analysis of anaerobic digestion—A case of Green power biogas plant in The Netherlands. *J. Life Sci.* 57, 109-115. DOI: 10.1016/j.njas.2009.07.006
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N., Hultink, E., 2017. The circular economy e a new sustainability paradigm? *J. Clean. Prod.* 143, 757-768. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.12.048
- Glaser, B., Strauss, A., 1967. *The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research*. Aldine, Nueva York, NY. DOI: 10.1097/00006199-196807000-00014
- Gutiérrez, R., 2017. *¿Hacia un nuevo modelo? Avances en la gestión integral de residuos sólidos urbanos en la Región Metropolitana de Buenos Aires*. En: Günther, M., Gutiérrez, R. (Eds.), *La política del ambiente en América Latina*. CLACSO; Universidad Autónoma Metropolitana, México, DF. pp. 239-278. DOI: 10.2307/j.ctvtxw2j4.12
- Haight, M., 2005. Assessing the environmental burdens of anaerobic digestion in comparison to alternative options for managing the biodegradable fraction of municipal solid wastes. *Water Sci. Technol.* 52, 553-559. DOI: 10.2166/wst.2005.0566
- Hogg, D., 2005. Costs and benefits of residual waste management options. What should we do? En: Conference “The future of residual waste management in Europe”. Luxemburgo.
- Hutchinson, A., 2008. Recycling by the numbers: The truth about recycling. En: *Popular Mechanics*, disponible en: www.popularmechanics.com/science/environment/a3757/4291576/; consultado: octubre, 2018.
- Institute for Local Government, 2015. *The true cost of recycling: How California Communities are financing and siting recycling infrastructure*. California, CA.
- Legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (LCABA), 2003. Ley 992, programa de Recuperadores Urbanos. BOCBA 1702. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (LCABA), 2006. Ley 1.854, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos “Ley Basura Cero”, BOCBA 2.357. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (LCABA), 2014. Ley 4.859, Ley modificatoria de la Ley 1.854. BOCBA 4318. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (LCABA), 2018. Ley 5.966, basura cero - Sistema de Información Pública de la Valorización Energética de Residuos - Residuos Sólidos Urbanos. BOCBA 5379. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Liamsanguan, C., Gheewala, S., 2008. The holistic impact of integrated solid waste management on greenhouse gas emissions in Phuket. *J. Clean. Prod.* 16, 1865-1871. DOI: 10.1016/j.jclepro.2007.12.008
- Lin, A., 2017. Carbon mitigation cost of WTE and comparison with other waste management methods. Tesis de maestría. Department of Earth and Environmental Engineering, Columbia University, New York, NY.
- Lou, X., Nair, J., 2009. The impact of landfilling and composting on greenhouse gas emissions – A review. *Bioresour. Technol.* 100, 3792-3798. DOI: 10.1016/j.biortech.2008.12.006
- Ministerios de Salud y Ambiente de Argentina (MSA), 2005. *ENGIRSU, Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

- Montera, C., Moreno, I., Saidón, M., Verrastro, E., 2018. Las crisis como motores de cambio de las políticas de residuos. Los casos de Ciudad Autónoma de Buenos Aires y La Plata. En: Gutiérrez, R. (Ed.), Construir el ambiente. Sociedad, Estado y políticas ambientales en Argentina. Teseo, Buenos Aires. pp. 309-405.
- Morris, J., 2005. LCA comparativos para el reciclaje en la acera frente al relleno sanitario o la incineración *con recuperación de energía*. Int. J. Life Cycle Assess. 10, 273-284.
- Murphy, J., Power, N., 2006. A technical, economic and environmental comparison of composting and anaerobic digestion of biodegradable municipal waste. J. Environ. Sci. Health A41, 865-879. DOI: 10.1080/10934520600614488
- Pearce, D., Turner, R., 1989. Economics of natural resources and the environment. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD.
- Saidón, M., Verrastro, E., 2017. Residuos sólidos urbanos y nuevas políticas en el territorio metropolitano de Buenos Aires: 2002-2015. Est. Socioterrit. 22, 65-83.
- Schammah, C., Saidón, M., 2018. Recuperadores urbanos: miradas sobre su inclusión social en la gestión integral de residuos en la Región Metropolitana de Buenos Aires. En: Schamber, P. Suárez, F. (Eds.), Los polvorines, Universidad Nacional de General Sarmiento; Recicloscopio, Buenos Aires. pp. 247-284.
- Senado y Cámara de Diputados de la Nación Argentina (SCDNA), 2004. Ley 25.916, Ley de gestión de residuos domiciliarios. BO 30.479. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Sourabh, M., Suneel, P., Shabana, M., Vaibhav, R., 2020. Composting and anaerobic digestion: Promising technologies for organic waste management. The Energy and Resources Institute; GIZ, Bonn, Alemania.
- Tsilemou, K., Panagiotakopoulos, D., 2007. Economic assessment of mechanical-biological treatment facilities. Environ. Res. Eng. Manag. 39, 55-63.
- Universidad de Buenos Aires (UBA), CEAMSE, 2016. Estudio de calidad de los RSU de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Informe Final. Buenos Aires.
- Walker, S., Colman, R., Wilson, J., Monette, A., Harley, G., 2004. The Nova Scotia GPI solid waste-resource accounts executive summary. GPI Atlantic, Nueva Escocia, Canadá.
- World Bank, 2012. What a waste. A global review of solid waste management. Urban Development Series Knowledge Papers 15. Washington, DC.

