

Generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU): análisis de una década de gestión en países de Europa y América

Generation of Urban Solid Waste (RSU): analysis of a decade of management in European and American countries

Revista Ecuatoriana de Medicina
y Ciencias Biológicas
Volumen 42. No. 1, Mayo 2021

Andrea Rodríguez-Guerra^{1,2} y Katherine Alejandra Baca-Cajas¹

¹Instituto Tecnológico Universitario
Cordillera

²Red Intercultural Yura Complexus

*Autor de correspondencia:
andre.rodriguez.255@gmail.com

Recibido: 20-12-2021

Aceptado: 06-05-2022

DOI: 10.26807/remcb.v43i1.919

e-ISSN 2477-9148

© 2022. Este artículo es publicado
bajo una licencia CC BY-NC 4.0

Como citar este artículo:
Rodríguez-Guerra A, Baca-Cajas
KA. 2022. Generación de Residuos
Sólidos Urbanos (RSU): análisis
de una década de gestión en
países de Europa y América.
Revista Ecuatoriana de Medicina y
Ciencias Biológicas 43(1): 49-61. doi:
10.26807/remcb.v43i1.919

Resumen.- El crecimiento demográfico y la degradación ambiental han provocado la expansión de las ciudades, lo cual conlleva una constante problemática asociada a la interacción de las actividades humanas con el entorno y la generación de residuos. Es por eso que varias naciones han adoptado medidas de gestión y fortalecimiento de desarrollo sustentable, las cuales han sido incorporadas como una alternativa de solución. Esta investigación buscó reconocer y sensibilizar la importancia de la gestión de RSU, con énfasis en Latinoamérica. Se utilizó el método cualitativo a través del análisis documental dentro del contexto no experimental. Se analizaron fuentes bibliográficas electrónicas y físicas. Se revisaron las estadísticas de 25 artículos, informes y documentos oficiales de organismos de control ambiental en las ciudades. Se describió la trayectoria del proceso de generación, tratamiento y disposición final, durante más de una década, en países de Europa y América que han destacado su gestión o tienen alta demografía. Los datos recopilados permitieron destacar los puntos críticos en la gestión de RSU: falta de separación de residuos en la fuente o tratamiento de residuos reutilizables, ausencia de socialización y educación ambiental como parte de las políticas públicas. La implementación de programas, normas y políticas es fundamental para sentar las bases en los procesos de gestión ambiental para garantizar la sostenibilidad, el derecho a la ciudad y el bienestar de las poblaciones urbanas. La gestión sostenible de RSU abarca además de prácticas parciales, la implementación de mejoras continuas estratégicas a través de opciones técnicas y más eficientes en entornos urbanos.

Palabras claves: gestión de residuos, gobernabilidad, crecimiento poblacional, sostenibilidad, generación per cápita

Abstract.- Population growth and environmental degradation have caused cities to expand. This has led to problems arising from the intersection of human activities with the environment, and the resulting generation of waste. Some nations have thus adopted sustainable development management and strengthening measures, which have been integrated as an alternative solution. The aim of this investigation was to recognize and raise awareness of the importance of waste management, with an emphasis on Latin America. The qualitative method was used via documentary analysis within the non-experimental context. Electronic and physical bibliographic sources were analyzed. Statistics from 25 articles, reports and official documents of urban environmental control agencies were reviewed. The trajectory of the generation, treatment and final disposal process has been described, for more than a decade, in countries in Europe and America where management has been outstanding or which have high demographics. The data collected made it possible to highlight the critical points in MSW management: lack of waste separation at source or treatment of reusable waste, and a lack of awareness-raising and environmental education as part of public policies. The implementation of programs, standards and policies is essential to lay the foundations for environmental management processes that ensure sustainability, the right to the city and urban well-being. In addition to partial practices, sustainable MSW management encompasses the implementation of strategic continuous improvements through technical and more efficient options in urban environments.

Keywords: waste management, governance, population growth, sustainability, generation per capita

Introducción

Las ciudades latinoamericanas tienen un patrón de crecimiento poblacional y de infraestructura desordenado y acelerado sobre sus periferias, el cual ha sido asistido por la instauración de políticas complejas, con programas y proyectos que irrumpen el equilibrio y sustentabilidad del territorio. La incidencia del crecimiento demográfico y la degradación ambiental provocada por la expansión de las ciudades requiere que el desarrollo sustentable se incorpore como una alternativa de solución a la problemática y debe ser fortalecida por la legislación. La planificación territorial promueve en los Gobiernos Autónomos la incorporación de variables ambientales y de integración social para reducir los efectos ecosociales negativos (Soto-Cortés 2015; RES 2019). Desde la perspectiva de Martínez Alier (2008), el enfoque ecosocial permite considerar al planeta como un sistema finito que promueve el equilibrio entre ambiente y sociedad, a través de una visión crítica de la producción/consumo, flujos de energía y ciclos del planeta.

La contaminación ambiental, causada por las actividades productivas y la interrupción de los ciclos de los recursos naturales, transforma los paisajes urbanos y tiene efectos en la flora y fauna, así como en el ser humano. Es por eso que los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) han constituido un tema prioritario dentro de las políticas públicas urbanas para la implementación de sistemas en constante mejora. El manejo, costos y factores asociados a los residuos han sido siempre un desafío para las urbes del mundo (Abarca-Guerrero et al. 2013).

Los sistemas de gestión de RSU incluyen recolección en la fuente, transporte, puntos de acopio y disposición final. Durante la recolección de los residuos se realizan procesos de aprovechamiento: reciclaje de materiales, elaboración de compost, producción de combustibles y gasificación de residuos para obtener energía. Cuando este aprovechamiento no es posible, la incineración y los rellenos sanitarios se vuelven las únicas alternativas de disposición final (Comisión Mexicana de Infraestructura Ambiental 2003; Noguera y Olivero 2010). A pesar de ello, Sánchez-Muñoz et al. (2019) señalan que en Latinoamérica existe un mal manejo de lixiviados que contamina el suelo y el agua.

Por tal razón, en el caso de los residuos, la aglomeración poblacional en las grandes urbes incrementa la problemática de su gestión. Es así que, en el año 2012, Hoornweg y Bhada-Tata (año) describieron que la generación mundial de RSU fue de 1.300 millones de toneladas al día (ton/día) y, mediante una aproximación, se estimó que para el año 2025 crecería hasta los 2.200 millones ton/día.

La Organización de Naciones Unidas (ONU) (2017) muestra que:

"Incluso con algunas mejoras alcanzadas en los últimos años, cerca de 170 millones de personas todavía están expuestas a los graves impactos que causa la mala gestión de desechos al medio ambiente (suelo, aire y agua) y a la salud humana."

Algunos de los factores que han incidido en el constante aumento de la generación de RSU en Latinoamérica y el Caribe son: el incremento demográfico, crecimiento urbano (80%), expansión económica y la relación proporcional entre el ingreso per cápita y la generación de desechos donde los patrones de producción/consumo son insostenibles si se los vincula a una economía lineal (ONU 2018).

En este contexto, la ONU (2017) menciona que "en países de bajos ingresos, el 75% de la basura descartada procede de la materia orgánica, mientras que en países con renta más elevada ese índice es de 36%". El porcentaje restante corresponde a residuos inorgánicos reutilizables como el metal, papel, cartón, plástico, vidrio y textil. En algunos países de América Latina, apenas el 20% de las iniciativas contribuyen al reciclaje de RSU que proviene mayormente del sector informal. En países como Ecuador existen dificultades para lograr una gestión sustentable de residuos. Según datos proporcionados por la Alianza Basura Ecuador, en el país se generan alrededor de 375 mil toneladas de RSU en un año. La mayoría de estos residuos (57%) son de origen orgánico, mientras que el resto (43%) son inorgánicos. Del total generado, se estima que el 4% es recuperado por el sistema de separación en los centros de acopio o por recicladores de base, sin embargo, la mayoría (96%), se traslada y entierra en los rellenos sanitarios como disposición

final (Alianza Basura Cero Ecuador 2021).

La basura, lejos de ser entendida en un vacío ecológico y social, debe comprenderse como el resultado de la interacción de unas sociedades con sus ecosistemas. La basura es un reflejo de los modelos societales, de sus estructuras productivas, reproductivas y también de relaciones de poder (Solíz et al. 2017, p. 26).

Es así que, el “residuo” es el resultado de la relación metabólica sociedad-naturaleza; es decir, el material excretado que no reingresa al sistema metabólico pasa a ser basura o desecho (Solíz et al. 2017). La problemática detectada en la falta de gestión ha impulsado el análisis y estudio del aprovechamiento de los residuos transparentado desde el enfoque de la ecología política. Este se ha convertido en un movimiento de resistencia que promueve nuevas formas de actividades sostenibles y resiliencia en los procesos productivos, a través de la generación cero de basura y modelos de economía circular que mejoren la relación entre el ser humano y la naturaleza para romper esta disociación entre sociedad y entorno natural (Martínez Alier 2008).

El objetivo de esta revisión de literatura es sintetizar la problemática alrededor de la gestión de RSU y ratificar la responsabilidad de los gobiernos respecto del desarrollo de proyectos mediante procesos de planificación territorial y sensibilización ambiental de la población.

Métodos

Se utilizó una metodología utilizada a través de revisión documental de alrededor de 25 fuentes secundarias, revistas especializadas, acuerdos internacionales, la normativa interna ecuatoriana y la revisión de páginas web de entidades gubernamentales e internacionales cuyos contenidos están enfocados en la planificación y el sistema integral de gestión de residuos (Calle 2016). Se revisaron fuentes de catálogos Scielo, Latindex y Redalyc, los cuales cuentan con artículos originales de carácter científico que conforman una base de datos de consulta a nivel mundial. Esta investigación se desarrolló bajo el contexto no experimental sobre el cual se analizó el marco teórico de la gestión de residuos y sostenibilidad. Además de lo enunciado, también se tuvo un alcance exploratorio, a fin de comprender el ámbito conceptual de la gestión de RSU y sus implicaciones en la planificación territorial nacional.

En la cobertura de las unidades de análisis, se revisaron los principios que garantizan la gestión integral de residuos, tanto a nivel internacional como local, las políticas públicas y legislación sobre el tema. El tratamiento y el análisis de información se afianzó en las técnicas explicativas que determinaron la razón de ser y la importancia de la gestión integral de residuos en el Ecuador y Latinoamérica.

Resultados

La generación global de RSU responde a las diferencias del desarrollo económico regional y al crecimiento poblacional urbano. En el año 2010, aproximadamente el 44% de los RSU generados en el planeta correspondieron a países que forman parte de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), es decir, con economías más desarrolladas. En el caso del Pacífico y del este de Asia, contribuyeron con el 22% del total; seguido por Latinoamérica y el Caribe con un 12% y el restante está integrado por los países de las regiones del Asia y África (Hoorweg y Bhada-Tata 2012).

Continente europeo.- Los patrones de consumo y la economía de un país son factores influyentes de la generación de residuos. Los países con mayor riqueza económica producen más residuos (Dinamarca 766 kg/per cápita-año; Malta 640 kg/per cápita-año; Alemania 615 kg/per cápita-año; Luxemburgo 610 kg/per cápita-año). En el periodo 2005 – 2018, la media de residuos municipales por persona disminuyó, aunque la tendencia varía por país (Parlamento Europeo 2018).

En el año 2018, la Unión Europea (UE) registró una generación de 191.930 toneladas de residuos municipales, lo cual representa el 8,20% del total producido (Eurostat 2021). En países del sur de Europa, cuya cantidad de recursos naturales es mayor (España, Portugal, Grecia e Italia), las tasas de reciclaje son menores y los sistemas de gestión poco desarrollados (Vidal Rainho 2015).

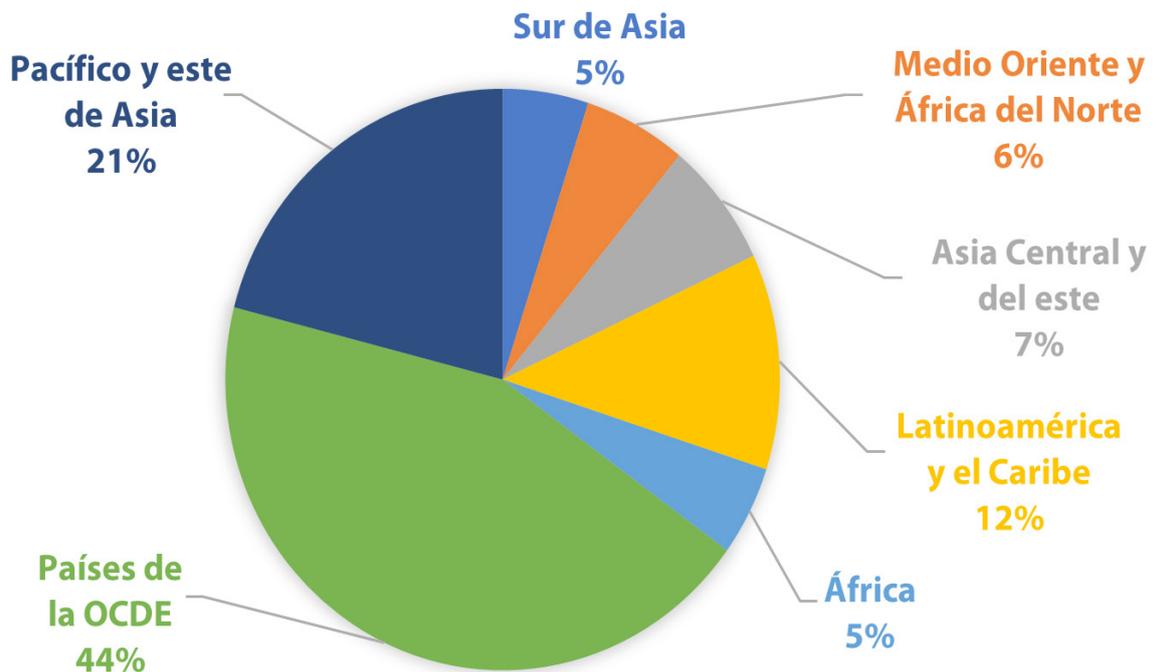


Figura 1. Generación global de residuos por región, 2010. Fuente: Hoornweg y Bhada-Tata 2012.

Según datos de la Secretaría General de Medio Ambiente, publicados en el boletín del 2001 – 2006, se estimó que entre el 25% y 30% de los RSU se reciclan y solo el 70% ó 75% se llevan a los vertederos. Dinamarca, Alemania, Reino Unido y Holanda son los países europeos que más desarrollo tienen en la gestión de residuos (EPA 2021). Según cifras de la Eurostat, en el 2016, el 45,7% de los residuos de la Unión Europea se depositaron en vertederos y la cantidad de residuos reciclados llegó a los 37,8% (Eurostat 2020). Asimismo, las estadísticas del Parlamento Europeo del año 2017 muestran que el 46% de los residuos municipales en la UE se reciclan o compostan, donde Alemania registró la tasa anual más alta con el 68%.

En este contexto, Eurostat en el año 2018 señaló que los residuos municipales representan menos de la décima parte del total de residuos generados (aproximadamente, 2.500 millones de toneladas al año). Dichos residuos tienen una naturaleza compleja debido a su composición y origen de consumo, ya que son derivados de múltiples fuentes. Países como Alemania, Austria y Eslovenia registraron una generación de residuos comprendida entre 400 y 600 kg/per cápita. En el 2018, alcanzaron las tasas de reciclaje y compostaje del 68% (Alemania), y del 58% (Austria y Eslovenia). Por otro lado, la tasa de disposición en vertederos registrada fue del 1%, 2% y 13%. Los indicadores mostraron que dichos tres países tuvieron el liderazgo en gestión de RSU en Europa. A estos, les siguió Dinamarca con una tasa de reciclaje del 46% y 1% de tasa de disposición en vertederos, a través de un Plan Gubernamental de residuos y reciclaje que promueve y premia las actividades que usan tecnologías limpias y reutilización de productos y materiales de desecho (Parlamento Europeo 2018). Como parte de las dinámicas de gestión en el ámbito domiciliario, tienen políticas de recuperación de materiales valorizables en la fuente (Barradas 2009).

La política de RSU de la UE tiene como objetivo establecer una economía circular donde los materiales y recursos se mantengan durante el mayor tiempo posible y su eliminación sea la última opción en el proceso de gestión (Eurostat 2021). Al analizar el período de referencia 1995 – 2019, se evidenció que el total de residuos municipales de la UE vertidos en rellenos sanitarios

se redujo en 67 millones de toneladas, es decir, en un 56%. A su vez, en el año 1995, se registraron 121 millones de toneladas (286 kg/per cápita-año), mismas que se redujeron a 53 millones de toneladas (119 kg/per cápita-año) en el año 2019, es decir, hubo una caída media anual del 3,3%. El fortalecimiento de la legislación de gestión de RSU ha tenido influencia en la separación, tratamiento y disposición final de los mismos en los distintos países de la Comunidad Europea. Tal es el caso de la Directiva 62/1994 y la Directiva 31/1999 sobre envases y vertederos. Esta última manifiesta que los Estados miembros están obligados a reducir la cantidad de residuos urbanos biodegradables que van a los vertederos, el 75% antes del 16 de julio de 2006; 50% antes del 16 de julio de 2009; y 35% antes del 16 de julio de 2016. La reducción se calculó sobre la base de la cantidad total de residuos municipales biodegradables producidos en 1995 por cada país. La Directiva ha llevado a los países a adoptar diferentes estrategias para evitar el envío de la fracción orgánica de los residuos municipales al vertedero (compostaje), incluida la fermentación, incineración y pre-tratamiento (mecánico-biológico y estabilización física).

Como resultado de la implementación de la legislación, la cantidad de residuos reciclados (materiales y compostaje) aumentó de 37 millones de toneladas (87 kg/per cápita-año) en 1995 a 107 millones de toneladas (239 kg/ per cápita-año) en 2019, es decir, una tasa promedio anual del 4,3%. Asimismo, la proporción de RSU reciclados aumentó del 19% al 48% y la tasa de vertidos en la UE se redujo del 61% al 23% (Eurostat 2021). De modo que la Comisión Europea adoptó un ambicioso Programa de Economía Circular, que incluyó propuestas legislativas revisadas sobre residuos con un objetivo común más alto para el reciclaje de residuos municipales, uso de envases y límites más bajos para el vertido de RSU.

Continente americano.- En contraste, en el continente americano, la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA, por sus siglas en inglés) reportó que en Estados Unidos, en el 2018, se generaron 292,4 millones de toneladas de RSU/año, de los cuales se reciclaron más de 69 millones de toneladas de RSU; es decir, la tasa de reciclaje del año 2005 al 2018 fue del 32,1%. La generación incluye los siguientes porcentajes de RSU totales: papel y cartón 23,1%; orgánicos (comida) 21,6%; plásticos 12,2%; residuos por desbroce 12,1%; metales 8,8%; madera 6,2%; textiles 5,8%; y un porcentaje inferior de: mugre de barrido, residuos de cuero, caucho y otros. Desde el año 1960, estas tasas se han incrementado, por ejemplo, para el papel y cartón del 17% al 68%; mientras que la cantidad de toneladas dispuestas a vertedero fue de 146,1 millones. Se estima que la tasa de reciclaje per cápita es de 0,53 kg/día (EPA 2018).

En el 2014, la ONU estimó la generación de, aproximadamente, 541.000 ton/día de RSU en países de América Latina y el Caribe, la cual proyectada al año 2050 aumentaría, al menos, en 25%. Según la tasa de generación promedio en la región (1,04 kg/per cápita-día), el volumen de producción de residuos alcanzará las 671.000 ton/día.

La gestión de residuos sólidos ha presentado avances en procesos de tratamiento. Sin embargo, todavía existe un déficit relacionado a la disposición final. Por ejemplo, se destinan 145.000 ton/día (27 %) a vertederos; de estos, 17.000 ton/día corresponden a plásticos. Se puede mencionar que "el índice promedio de cobertura de recolección en la región supera 90%, pero puede variar de acuerdo al país y disminuye sensiblemente en las periferias y áreas rurales" (ONU 2017). Es decir, 35.000 ton/día se quedan sin recolectar. Esta falencia en el proceso afecta a 40 millones de personas en la región (7%) que, en el año 2014, no tienen servicio de recolección y habitan en zonas marginales o rurales (ONU 2018).

En Latinoamérica los residuos orgánicos son los más generados y, a su vez, los menos gestionados. De manera general, se estima que los residuos orgánicos representan el 50% del total generado en la región, donde la ausencia de tratamiento específico genera la aparición de gases de efecto invernadero y lixiviados, así como reducción del aprovechamiento de material eventualmente reutilizable o reciclable (Zafra-Mejía y Romero-Torres 2019; López-Vega et al. 2021).

Adicionalmente, se puede mencionar que en la región latinoamericana las tasas de reciclaje se encuentran comprendidas entre el 1% y el 20%. Por su parte, el 90% de los RSU son destinados para disposición final (ONU 2018).

La región no cuenta con un correcto registro y contabilización de los residuos especiales y peligrosos (provenientes de establecimientos de salud, derivados de la construcción, aparatos eléctricos y electrónicos) debido a la falta de plantas de tratamiento de los mismos (ONU 2018). Es así que al ser destinados, directamente, a vertederos pueden causar un grave riesgo de salud pública en las ciudades latinoamericanas.

La sostenibilidad urbana constituye en la actualidad una preocupación común de los países del norte y del sur global (países en vías de desarrollo). Tanto la Agenda XXI de la Cumbre de Río en 1992, como la Cumbre de Johannesburgo en el año 2002, tomaron como puntos importantes el "manejo ecológicamente racional de los residuos sólidos" a través de la introducción de actividades de reutilización de residuos, aumento del uso de tecnologías para eliminación, tratamiento y disposición final adecuados y minimización de la generación de residuos (Vesco 2006).

En el caso de México, en el 2015, la generación fue de 1,2 kg/per cápita-año y la producción total de RSU de 53,1 millones ton/año. En comparación con el 2003, la generación tuvo un incremento del 61,2%, donde resultaron 10,24 millones ton/año.

Wollmann (2015) realiza en su investigación una revisión de variables (climáticas, geográficas y sociales) relacionadas a la gestión de residuos. La sociedad, al incrementar su consumo de materia prima, materiales y servicios aumenta también el descarte de productos y residuos de los procesos.

Brasil, al considerarse una de las principales potencias del mundo (séptima a nivel mundial y primera en Latinoamérica), ha tenido un desarrollo muy acelerado que no siempre ha sido acompañado de una gestión de RSU eficiente. Luego de alrededor de 20 años en trámite en el congreso, desde el 2010, se implementó en el país la Política Nacional de Residuos Sólidos (PNRS), cuyo objetivo fue implementar una separación de residuos en la fuente, terminar con los vertederos ilegales y promover dinámicas relacionadas a la economía del ahorro de materias primas y compostaje de residuos orgánicos.

Según estadísticas de la Asociación Brasileira de empresas de Limpieza Pública y residuos especiales, se estimó en el año 2013 una generación de residuos de 189.219 ton/día. De ella, el 58% de lo recolectado se llevó a vertederos y el 13% fue reciclado. Únicamente el 33% de los municipios de Brasil tienen planes de gestión integrada de RSU (Wollmann 2015).

Según la Asociación Brasileira de Limpieza Pública y Residuos Especiales, entre el año 2010 y 2019 se incrementaron de 67 a 79 millones ton/año (19%). La generación per cápita aumentó de 348 a 379 kg/año (9%) y el Sureste del país registró la mayor generación. Adicionalmente, la recolección de residuos ha aumentado la cobertura del 88% a 92% en esta misma década, en donde apenas 10 estados tienen el servicio. La mayoría de los residuos son depositados en rellenos sanitarios, llegando a 43 millones de toneladas en el año 2019. A pesar de que en el 56,6% de los municipios realizaban recolección selectiva de residuos en el año 2010, en el año 2019 llegaron a 73%. No obstante, su sistema de recolección es incipiente. El porcentaje de reciclaje es de 4% en la media nacional. En ese sentido, las asociaciones y cooperativas de pepenadores y triadores (minadores) en Brasil con el apoyo de municipios han sido una alternativa de generación de empleo que han logrado disminuir el volumen de disposición final de desechos a los rellenos sanitarios urbanos (Floreishbela dos Santos y Wehenpohl 2001).

Se estima que para el año 2050 haya un aumento del 12% de crecimiento poblacional y, con ello, una estimación de generación de 100 millones de toneladas de RSU en el año 2033. Estos datos denotan un problema grave del sistema actual de gestión de residuos que amerita la implantación de políticas públicas (MeuResiduo 2020).

Floreishbela dos Santos y Wehenpohl (2001) describen la dinámica del sector informal de la gestión de residuos tanto en México como en Brasil, donde se mencionan las estructuras

sociales y actividades relacionadas a la venta y manejo de RSU.

Por otro lado, en Argentina, uno de los problemas reportados en el estudio de Vesco (2006) es la presencia de "basurales a cielo abierto" con escasos controles en el proceso de gestión de residuos. La Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS) es la responsable de responder al problema de gestión de RSU en el territorio argentino. Según los datos reportados en el 2015, la generación de RSU en las distintas jurisdicciones de todo el país fue de 44.622 ton/día y la generación promedio de 0,81 kg/per cápita-día. Se estima que para el 2025 el incremento de residuos aumentará en un 29%, comparado con años anteriores (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 2020).

Según datos del Informe realizado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) (2010), Argentina es considerado uno de los países con mayores coberturas de servicios de aseo urbano y recolección de toda la región de América Latina y el Caribe, ya que alcanza a más del 90% del territorio. Sin embargo, los servicios de aseo y recolección de residuos no siempre son manejados eficientemente. El país mantiene mecanismos de desarrollo limpio promovidos desde el año 1997 en el Protocolo de Kyoto. En este contexto, el compostaje constituye una práctica formal en tres áreas metropolitanas: Buenos Aires, Córdoba y Rosario, las cuales poseen, a su vez, rellenos sanitarios con tecnología para el tratamiento de lixiviados (Vesco 2006).

En Colombia, según datos de la Encuesta Nacional sobre RSU realizada por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL et al. 2021), se encuestaron personas de 198 municipios (41% de la población nacional). Los resultados muestran que el 98% de los municipios cuentan con un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS). Una persona que vive en el territorio colombiano genera aproximadamente 0,75 kg de residuos al día. Se estimó que solamente el 3% de los RSU domiciliarios es aprovechado. Los municipios que lo hacen tienen Estaciones de Clasificación de Aprovechamiento (ECA) de materiales como textiles, plástico, vidrio y metales.

Además, con el objetivo de impulsar la economía circular y el crecimiento verde, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, reglamentó la gestión ambiental de los residuos de envases y empaques reciclables (papel, cartón, plástico, vidrio y metal), a través de la Resolución 1407 de 2018, la cual promueve el aprovechamiento de los residuos, innovación en el reuso y ecodiseño (Iresiduo 2018).

Sánchez-Muñoz et al. (2019) realizaron un estudio correlacional de estadísticas oficiales de nueve ciudades latinoamericanas, entre los años 2007 y 2014, además de una síntesis del marco legislativo que refiere a la gestión de residuos de la región. Los autores concluyen que, dentro de los planes de gestión de RSU, se deben establecer variables e indicadores claros para que sirvan para la toma de decisiones. Además, evidencian la necesidad de aplicar programas efectivos para la concientización sobre la generación de residuos desde la visión de los ciudadanos.

En Ecuador, en el 2019, se recolectaron 12.671,18 ton/día de RSU, de los cuales, el 86,5% fueron recolectados de manera no diferenciada y 13,5% diferenciada. Según reportes emitidos por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC 2020), Ecuador se ubica dentro del promedio de la región de América Latina con 0,84 kg/per cápita-año; en el 2010, se alcanzó una generación de 0,71 kg/per cápita-año (OPS 2010). En el país, los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADM) de cada ciudad gestionaron el 78,2% de sus RSU; donde, el 36,4% iniciaron/mantuvieron procesos de separación diferenciada en la fuente. En cuanto a disposición final, se reportó que el 48,2% de los RSU se disponen en rellenos sanitarios, 32,7% se gestionan a través de celdas emergentes y el 19,1% resultan en botaderos (INEC 2020).

La generación de residuos sólidos es el indicador más importante para dimensionar la escala que deberán tener los distintos servicios del manejo de residuos y prever las dificultades que se encontrarán en los procesos. Es, especialmente, un parámetro muy importante para la toma de decisiones en lo que se refiere a proyección y diseño de los sistemas de recolección y disposición final (Rondón et al 2016).

Discusión

La transformación de los territorios de origen agrario a urbano traen como consecuencia problemas en la provisión de infraestructura y servicios, debido a la dinámica acelerada de los procesos (Wollmann 2015). Dentro de los problemas principales de las urbes, el manejo de residuos ha sido considerado uno de los más grandes desafíos para los gobiernos locales. El crecimiento poblacional y la intensificación de la economía de consumo también han afectado directamente la gestión de residuos urbana.

La base de la problemática de la generación de residuos podría ser la participación de la sociedad actual en una dinámica de "exceso de consumo". Al comprender que la generación de residuos proviene de la interacción de la sociedad con el entorno, esta dinámica reflejaría el modelo societal de las estructuras productivas y políticas de gobernanza de cada grupo poblacional. Desde el enfoque del conservacionismo y ecoeficientismo no se podría "territorializar" la basura, así como tampoco el tipo de residuo, la intensidad de la producción y la gestión de mismo (Solíz et al. 2017). Por esta razón, la territorialización de la basura implica:

Reconocer que esta constituye la premisa y resultado de la relación dialéctica entre las sociedades y sus naturalezas, y que, por ende, es un espejo del tipo de modelo de extracción, transformación, distribución y consumo, dando cuenta, a su vez, de los contextos sociohistóricos en los que gesta, de la equidad o inequidad de estos modelos y de las relaciones de poder (Solíz et al. 2017). La degradación ambiental es consecuencia de exceder la capacidad de carga de un ambiente y el límite permisible en los procesos de mantenimiento y desarrollo de los sistemas tecnológicos empleados para sostener las necesidades humanas (McNeil 2003). En este contexto, las ciudades pasaron de ser fuentes de problemas ambientales a constituir un laboratorio para solución de los mismos, ya que en ellas radica la fortaleza para enfrentar dichos problemas.

En la actualidad, la concentración poblacional a causa de la fuerza de trabajo en las ciudades ha incrementado el fraccionamiento y antagonismo entre el campo y la ciudad, generando mayor contaminación en ciertas zonas. La gestión resulta una alternativa planteada para dar respuesta a la sostenibilidad ambiental en las ciudades que devienen de factores como el crecimiento poblacional en las urbes, migración poblacional hacia las principales ciudades de un país y otros factores asociados.

Generación residuos.-

La gestión de RSU es un sistema centralizado que se da como consecuencia directa de la capacidad y acciones de los Gobiernos Autónomos de cada país. Por tal razón, es fundamental comprender la relación entre medidas políticas y comportamiento social hacia su producción, manejo y disposición final (Cruz Sotelo y Ojeda Benítez 2013; Gran Castro y Bernache 2016).

La caracterización de los residuos, los puntos de generación críticos de RSU y los estilos de vida de los ciudadanos son piezas clave para la elaboración de planes de gestión integral de residuos en una ciudad y mejorar la calidad de vida de las personas.

Las constituciones de los países promueven en sus cartas magnas el derecho a vivir en un equilibrio entre ambiente sano y actividades que garanticen la sostenibilidad. Los sistemas económicos, culturales y ambientales deben estar alineados de manera dinámica, organizada y sostenible para velar por la calidad de vida de la población.

En cuanto al desarrollo de legislación correspondiente a cada tipo de residuo, se puede denotar que en la región existe ausencia de control, así como falta de plantas de tratamiento y manejo en la gestión de residuos. Es así que su destino final, como opción común en los países de América Latina, son los vertederos o equívocos procesos de gestión que conllevan riesgos. Como lo menciona la ONU (2018): "La gestión integral de residuos requiere de modelos de gobernanza coherentes y efectivos".

En ese sentido, la evidencia de poca gestión por parte de los gobiernos locales promovería una "transgresión a los derechos ambientales colectivos y transgeneracionales" (Gran Castro y Bernache 2016). Los gobiernos tienen la total responsabilidad de realizar acciones y establecer políticas para mejorar la calidad de vida de las personas a través de un eficiente sistema de

gestión de residuos. Las estadísticas latinoamericanas evidencian este problema con las tasas deficientes de cobertura de recolección de RSU, tasas bajas de reutilización y reciclaje y aumento de rellenos sanitarios como mecanismos de disposición final en las ciudades.

Según Cruz Sotelo y Ojeda Benítez (2013), los rellenos sanitarios vendrían a ser “cementeros de residuos”, es decir, un espacio que no se puede recuperar.

Economía circular y reutilización de RSU.- Uno de los principales hitos históricos que marcó la gestión de residuos a nivel global fue la Segunda Guerra Mundial. Posterior a este hecho, algunos países europeos se vieron obligados a dar gestión y tratamiento a toneladas de escombros y, muchos de ellos, desarrollaron sistemas de reciclaje para distintos fines, por ejemplo, en vialidad (Floribela dos Santos y Wehenpohl 2001). La revalorización de los residuos para reducir su disposición final a relleno sanitario ya es una práctica común en países del norte global y se ha empezado a difundir en otros sitios geográficos (Gran Castro y Bernache 2016). Asimismo, Lupton (2011) describe que el estatuto del residuo es cambiante. El bien se convierte en un residuo si es abandonado; si es reapropiado, en cambio, se convierte de nuevo en un bien privado. Bertolini (1992), adicionalmente, menciona que residuo tiene un concepto dual, como desecho y como recurso a la vez. Es así que “las basuras de los ricos” pueden ser consideradas recursos para los pobres en algunas sociedades (Monsaingeon Baptiste 2011).

Dentro del concepto de economía circular se busca romper con la “cultura desechable” actual para comenzar a frenar los efectos en el entorno, sobre todo, integrar a los residuos como parte de los procesos ambientales y cadenas económicas de recursos de un país. Algunas de las acciones para reducir la generación de residuos son el ahorro de materias primas, la reutilización de materiales, la promoción de consumo responsable, el estudio de las condiciones ambientales, sociales, capacidades económicas y compromiso de los gobiernos para establecer políticas que involucren distintos actores. Las sinergias e interrelaciones entre academia-empresa-sociedad pueden favorecer la construcción de espacios, programas y proyectos estratégicos para la adaptación de acciones en mejora de la gestión y calidad de vida de la población urbana. Una gestión sostenible de RSU debería ir más allá de prácticas parciales, sino en la implementación de mejoras continuas estratégicas que permitan la implementación de opciones técnicas y más eficientes en entornos urbanos (Cruz Sotelo y Ojeda Benítez 2013).

Por otro lado, las actividades de recolección diferenciada de basura por parte del sector informal, muchas veces, son menospreciadas dentro del sistema de gestión de RSU. Esta actividad reduce el volumen de residuos en los vertederos de basura y proporciona la materia prima para las industrias que usan materiales reutilizables como el plástico, papel/cartón, metales y vidrio (Floresbela y Wehenpohl 2001).

Un ejemplo de participación efectiva en la gestión es la legislación europea desarrollada que promueve la separación diferenciada y la implantación de programas especiales de reutilización de residuos. En consecuencia, desde el comportamiento de la economía circular, la planificación de una gestión involucra la disminución del desperdicio y basa el diseño de productos para que, posterior a su primer uso, sean reutilizados y constituyan materia prima secundaria como parte de un nuevo proceso industrial o sean empleados para la producción de energía alternativa, desplazando así a la tendencia tradicional proveniente de los combustibles fósiles (ONU 2018).

Los derechos humanos ambientales hacen referencia a los derechos humanos relacionados con la naturaleza. Estos derechos pueden verse transgredidos si la autoridad competente no puede controlar la contaminación y esta rebasa su capacidad de gestión. Latinoamérica evidencia una débil gestión institucional y puede ser por la existencia de superposición de normas y competencias de organismos gubernamentales. Así, pues, la gobernanza es la clave de la gestión de residuos independientemente del contexto o particularidades locales que se identifiquen (Gran Castro y Bernache 2016).

Conclusiones

En Latinoamérica existe una urgencia por prevenir los impactos ambientales que pueden

ocasionar las malas prácticas de gestión en RSU o el uso ineficiente de los recursos. Las estadísticas demuestran que los gobiernos locales solo cumplen con lo mínimo de las disposiciones normativas. Es así que la mayoría de ciudades no logra una gestión integral de residuos, la cual es un tema que debería ser prioridad política de todo gobierno. Por consiguiente, desde el enfoque de la ecología política y la economía circular (usar y tirar de la economía lineal), todo este material excretado que no ingresa al sistema integral de residuos debería ser recuperado desde la fuente.

El mayor derecho del que gozan los habitantes de una ciudad es el “derecho a la ciudad” que engloba un equilibrio entre el entorno y su bienestar, además del acceso a un ambiente saludable sin riesgos ecológicos, sin importar su ubicación geográfica.

La educación es el pilar de todo cambio en la sociedad. La participación efectiva transmedial debería ser el medio promotor de prioridades en la gestión de residuos.

Agradecimientos

Agradecemos a nuestras familias por el apoyo incondicional en la compartición del tiempo dedicado a la investigación y al Centro de Investigación y Desarrollo del Instituto Tecnológico Universitario Cordillera por la gestión para el fortalecimiento del área de investigación y sus políticas de promoción al personal docente.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución de los autores

KBC: Diseño experimental del estudio, adquisición/ colección de datos, análisis e interpretación de datos, redacción de la primera versión del manuscrito.

ARG: Concepción y diseño del estudio, revisión del manuscrito y gestión de financiamiento, análisis e interpretación de datos y revisión del manuscrito.

Referencias

Abarca-Guerrero L, Maas G, Hogland W. 2013. Solid waste management challenges for cities in developing countries. Holanda: Elsevier. 220-232 p.

Agencia Europea de Medio Ambiente. 2021. Las mayores tasas de reciclado se registran en Austria y Alemania, pero el Reino Unido e Irlanda muestran un aumento más rápido. UE: Press Release; 2020 noviembre 23. Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/es/pressroom/newsreleases/las-mayores-tasas-de-reciclado>

Alianza Basura Cero. 2021. Ecuador genera 375 mil toneladas de residuos sólidos urbanos al año, pero solo recicla el 4% de estos desechos. Disponible: <http://www.alianzabasuraceroecuador.com>

Barradas A. 2009. Gestión integral de residuos municipales. Estado del Arte. Veracruz: México. Disponible en: http://oa.upm.es/1922/1/Barradas_MONO_2009_01.pdf.

Bertolini G. 1992. Les déchets: rebuts ou ressources ? Économie et Statistique [Internet]. [citado 14 noviembre 2021]; 258(1): 129-134. Disponible en: http://www.persee.fr/doc/estat_0336-1454_1992_num_258_1_6564 (consulté en octobre 2017).

Calle LA. (2016). Metodologías para hacer la revisión de literatura de una investigación. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/301748735_Metodologias_para_hacer_la_revision_de_literatura_de_una_investigacion/link/572514e708ae262228adbcdcf/download

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Departamento Nacional de Planeación (DNP), Compromiso Empresarial para el Reciclaje (CEMPRE). 2021. Encuesta a municipios sobre gestión de residuos sólidos domiciliarios 2019 Colombia. [documento online].

Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/46988-encuesta-municipios-gestion-residuos-solidos-domiciliarios-2019-colombia>

Comisión Mexicana de Infraestructura Ambiental. 2003. La Basura en el Limbo: Desempeño de Gobiernos Locales y Participación Privada en el Manejo de Residuos Urbanos. Disponible: <http://www2.gtz.de/dokumente/bib/07-0126.pdf>. Revisado 2021 noviembre 13.

Cruz Sotelo SE y Ojeda Benítez S. 2013. Gestión sostenible de los residuos urbanos. Revista Internacional de Contaminación Ambiental [Internet]. [citado 1 noviembre 2021]; 29(3): 7-8. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37029665017>

Directiva 1999/31/CE. Relativa al vertido de residuos. 26 de abril de 1999. DOUE-L-1999-81425. Environmental Protection Agency (EPA). Facts and Figures about Materials, Waste and recycling [Internet]. Estados Unidos: EPA; 2021 diciembre. Disponible en: <https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling>

Eurostat Statistics Explained; Generación de residuos [Internet]. UE: Statistics Explained; 2020 Noviembre 03. Disponible en: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics/es&oldid=504417

Eurostat Statistics Explained; Waste management indicators [Internet]. UE: Statistics Explained; 2021 mayo. Disponible en: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_management_indicators

Eurostat Statistics Explained. Municipal Waste Statistics [Internet]. UE: Statistics Explained; 2021 diciembre. Disponible en: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Municipal_waste_statistics

Floribela dos Santos A. y Wehenpohl G. 2001. De pepenadores y triadores. El sector informal y los residuos sólidos municipales en México y Brasil. Gaceta Ecológica [Internet]. [citado 9 diciembre 2021]; (60): 70-80. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2248-0462019000200321

Garnier JP. 2017. El derecho a la ciudad desde Henri Lefebvre hasta David Harvey. Entre teorizaciones y realización. Ciudades. Revista Ciudades [Internet]. [citado 10 noviembre 2021]; (15): 217-225. Disponible en: <https://doi.org/10.24197/ciudades.15.2012.217-225>

Gran Castro JA y Bernache G. 2016. Gestión de residuos sólidos urbanos, capacidades del gobierno municipal y derechos ambientales. Revista Sociedad y Ambiente; 1(9): 73-101.

Hoorweg D y Bhada-Tata P. 2012. Waste generation. In: What a Waste. A Global Review of Solid Waste Management. Urban Development Series [serial online]. World Bank. Washington D.C. Disponible en: <http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/Chap3.pdf>.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). 2020. Boletín Técnico N° 02-2019-GAD MUNICIPALES. Gestión de Residuos Sólidos. [citado 2021 noviembre 30]. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2019/Residuos_solidos_2019/Boletin_Tecnico_Residuos_2019%20v05_2.pdf

Iresiduo. 2018. Colombia reglamenta la gestión de sus residuos y envases [Internet]. [revisado 2021 nov 23]. Disponible en: <https://iresiduo.com/noticias/colombia/minambiente/18/08/06/colombia-reglamenta-gestion-residuos-y-envases>

López-Vega ME, Ramírez-González S, Santos-Herrero R. 2021. Predicción de la generación de lixiviados en rellenos sanitarios de Residuos Sólidos Urbanos en la ciudad de Santa Clara Cuba. Tecnología Química [Internet]. [citado 17 noviembre 2021]; 41(1): 47-59. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v41n1/2224-6185-rtq-41-01-47.pdf>

Lupton S. 2011. Économie des déchets. Une approche institutionnaliste, Bruxelles. De Boeck, 25 p. [Internet]. [revisado 2021 nov 3]. Disponible en: <https://developpementdurable.revues.org/9636>

McNeil J.R. 2003. Observation on the Nature and Culture of Environmental History, History & Theory Studies in the Philosophy of History [Internet]. [citado 1 noviembre 2021]; 42(4): 5-43. Disponible en: <https://doi.org/10.1046/j.1468-2303.2003.00255.x>

Martínez Alier J. 2008. Conflictos ecológicos y justicia ambiental. Papeles de relaciones ecosociales y cambio global, 103: 11-27.

Meu Resíduo [Internet]. Brasil: Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – EDIÇÃO 2020. Año 2020. 2020 - [revisado 2021 diciembre 07]. Disponible en: <https://meuresiduo.com/geral/panorama-dos-residuos-solidos-no-brasil-edicao-2020/>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [Internet]. Observatorio para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos. Argentina: SINIA. 2020 diciembre 21 - [citado 2021 diciembre 07]. Disponible en: <https://sinia.ambiente.gov.ar/repositorio.php?tid=8&std=34&dsid=109#>

Monsaingeon B. 2012. Bertolini Gérard, montre-moi tes déchets... L'art de faire parler le restes, Paris, L'Harmattan, 2011, 128. Développement durable e territoires [Internet]. [citado 13 octubre 2021]; 3(1): 1-5. Disponible en: [10.4000/developpementdurable.9223](https://doi.org/10.4000/developpementdurable.9223)

Noguera KM y Olivero JT. 2010. Los rellenos sanitarios en Latinoamérica: caso colombiano. Revista Académica Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales: 34(132): 347-356.

Organización de Naciones Unidas (ONU) (2017, noviembre 21). Aumenta la generación de residuos en América Latina y el Caribe mientras 145.000 toneladas aún se disponen de forma inadecuada cada día. [citado 2021 noviembre 3]. Disponible en: <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/aumenta-la-generacion-de-residuos-en-america-latina-y-el-caribe>

Organización de Naciones Unidas (ONU) (2018, mayo 16). Las ciudades seguirán creciendo, sobre todo en los países en desarrollo [citado 2021 noviembre 3]. Disponible en: <https://www.un.org/development/desa/es/news/population/2018-world-urbanization-prospects.html>

Organización Panamericana de la Salud (OPS) [Internet]. Evaluación regional del manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe 2010. Año 2010 [citado 2021 diciembre 07]. Disponible en: <http://www6.iadb.org/residuos/infogeneral/Acerca.bid>

Organización Panamericana de la Salud (OPS). 2010. Informe de la evaluación regional de manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe 2010. Washington D.C. 158, p. Parlamento Europeo. 2018. Gestión de residuos en la UE: hechos y cifras (Infografía). 2010 [citado 2021 diciembre 3]. Disponible en: <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20180328STO00751/gestion-de-residuos-en-la-ue-hechos-y-cifras-infografia>

RES, Revista de Educación Social. 2019. Educación social, medio ambiente y sostenibilidad [Internet]. Revista de Educación Social [Internet]. [citado 17 noviembre 2021]; junio. Disponible en: https://cendocps.carm.es/documentacion/2019_RES_N.28.pdf#page=100

Rondón Toro E, Szantó Narea M, Pacheco JF, Contreras E, Gálvez A. 2016. Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y Ministerio de Desarrollo Social. Pp.211.

Sánchez-Muñoz M, Cruz-Cerón J, Maldonado-Espinel C. 2019. Gestión de residuos sólidos urbanos en América Latina: un análisis desde la generación. Revista Finanzas y Política Económica [Internet]. [citado 17 noviembre 2021]; 11(2): 321-336. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.2019.11.2.6>

Solíz MF, Acosta A, Barreda A, Conejero J, Donoso M, Giesen E, Gómez M, Grimberg E, Leite C, Lohmann L, Martínez E, Montenegro R, Moskat V, Ochoa J, Padilla N, Moche Schneider D, Verzeñassi D, Verzeñassi S. 2017. Ecología política de la basura; pensando los residuos desde el Sur. Ecuador: Universidad Andina Simón Bolívar. 331 p.

Soto-Cortés J. 2015. El crecimiento urbano de las ciudades: enfoques desarrollista, autoritario, neoliberal y sustentable. México: Paradigma económico revista de economía regional y sectorial. 127-149 p.

Vesco L. 2006. Residuos sólidos urbanos. Su gestión integral en Argentina [Tesis]. Argentina: Universidad Abierta Interamericana. 151 p. Disponible en: <http://imgbiblio.vaneduc.edu.ar/fulltext/files/TC071962.pdf>

Vidal Rainho C. 2015. Estudio comparativo de los sistemas de Gestión de RCDs entre España y Brasil [Tesis]. España: Universidade da Coruña. 257 p. Disponible en: https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/14184/VidalRainho_Caroline_TFG_2015.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Wollmann C. 2015. Análisis de la gestión de los residuos sólidos en Brasil. Una comparativa entre las diez ciudades más grandes de país [Tesis]. España: Universidad Politécnica de Catalunya. 64 p. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/76435?show=full>

Zafra-Mejía, C. y Romero-Torres, D. 2019. Tendencias tecnológicas de depuración de lixiviados en rellenos sanitarios iberoamericanos. Revista Ingenierías Universidad de Medellín [Internet]. [citado 17 noviembre 2021]; 18(35): 126-147. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v18n35/2248-4094-rium-18-35-125.pdf>

Testo W, Øllgaard B, Field A, Almeida T, Kessler M, Barrington DS. 2018. Phylogenetic systematics, morphological evolution, and natural groups in neotropical *Phlegmariurus* (Lycopodiaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 125: 1–13.

Testo W, Sessa E, Barrington DS. 2019. The rise of the Andes promoted rapid diversification in Neotropical *Phlegmariurus* (Lycopodiaceae). *New Phytologist* 222(1): 604–613.

Wikström N, Kenrick P. 2001. Evolution of Lycopodiaceae (Lycopsidea): Estimating divergence times from *rbcL* gene sequences by use of nonparametric rate smoothing. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 19: 177–186.