

14

NOTA TÉCNICA
DICIEMBRE DE 2025

olacde

ORGANIZACIÓN
LATINOAMERICANA Y
CARIBERA DE ENERGÍA

LATIN AMERICAN AND
CARIBBEAN ENERGY
ORGANIZATION

ORGANIZAÇÃO
LATINO-AMERICANA E
CARIBENHA DE ENERGIA

ORGANISATION
LATINO-AMÉRICAINE ET
CARIBÉENNE D'ÉNERGIE



NOTA TÉCNICA N° 14

TRANSFORMANDO RESIDUOS EN SOLUCIONES ENERGÉTICAS WASTE TO ENERGY EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE



Nos une la energía

Este documento fue preparado bajo la dirección de

**Organización Latinoamericana y Caribeña de Energía
(OLACDE)**

Andrés Rebolledo Smitmans
Secretario Ejecutivo

Gloria Alvarenga
Directora de Integración, Acceso y Seguridad Energética

Autor
Kelvin Arias

CRÉDITOS

La información contenida en este documento surge de bases de datos, información pública, informes de la industria e investigación de los autores. El documento está sujeto a revisiones. OLACDE renuncia a cualquier responsabilidad por errores de contenido y no es responsable de ninguna acción tomada por el “Destinatario” o cualquier tercero basado en la información contenida en este documento.

Primera Edición – diciembre 2025

Copyright © OLACDE 2025

Edición: Kelvin Arias

Esta publicación puede ser reproducida en su totalidad o en parte en cualquier formato con fines educativos o sin fines de lucro sin permiso especial de los titulares de los derechos de autor, siempre y cuando se haga referencia a la fuente. Ningún uso de este documento puede ser utilizado para su reventa o cualquier otro propósito comercial sin permiso previo por escrito de OLACDE.

Esta publicación debe citarse como: K. Arias, et al.: Transformando residuos en soluciones energéticas: “Waste to Energy” en América Latina y el Caribe, OLACDE 2025.

Colaboradores:

Luis Guerra

Fernando Vasconez

Contacto OLACDE

Avenida Mariscal Antonio José de Sucre N58-63 y Fernández Salvador

Edificio OLACDE – Sector San Carlos

Quito – Ecuador

Teléfonos: (593 – 2) 2598-122 / 2531-674

www.olade.org

Contenido

Gráficos	3
Tablas	3
Glosario	4
Introducción	1
Fundamentos del Waste to Energy	2
Combustión	3
Gasificación	4
Pirólisis	4
Torrefacción	4
Procesos hidrotermales	5
Craqueo y procesos de hidrocraqueo	5
Conversión bioquímica	5
Digestión anaerobia	5
Fermentación	5
Fermentación alcohólica y biogás en residuos húmedos	6
Conversión química Transesterificación	6
Hidrogenación de aceites	6
Biorrefinería de residuos	6
Panorama de la generación de residuos en ALC	8
Estado actual del WtE en ALC	12
Análisis Regional de Tecnologías WtE en América Latina y el Caribe	16
Proyectos representativos WtE en ALC	20
Iniciativas innovadoras en WtE en ALC	23
Conclusiones	25
Bibliografía	27

Gráficos

Gráfico 1 Población vs Generación de RSU (t/día) por país	14
Gráfico 2 Superficie vs Generación de RSU (t/día) por país	15
Gráfico 3 Densidad poblacional vs Generación (t/día) por país.....	16

Tablas

Tabla 1 Materias primas residuales, tecnologías y productos energéticos finales.	7
Tabla 2 Potencial de Biomasa y Conversión Energética en América Latina y el Caribe.....	10
Tabla 3 Generación RSU en ALC.....	12
Tabla 4 Frecuencia de tecnologías en países: Argentina, Brasil, Chile, Paraguay, Uruguay.....	19
Tabla 5 Frecuencia de tecnologías en países: Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela.....	19
Tabla 6 Frecuencia de tecnologías en países: México, Costa Rica, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Panamá, Belice.....	19

Glosario

ALC América Latina y el Caribe

RSU Residuos Sólidos Urbanos

BID Banco Interamericano de Desarrollo

WtE Waste to Energy (Valorización Energética de Residuos)

GEI Gases de Efecto Invernadero

NDCs Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional

CO₂ Dióxido de Carbono

CO Monóxido de Carbono

FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

H₂ Hidrógeno

CH₄ Metano

RDF Refuse Derived Fuel (Combustible Derivado de Residuos)

DQO Demanda Química de Oxígeno

OLACDE Organización Latinoamericana de Energía

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

OECS: Organización de Estados del Caribe Oriental

Introducción

En las últimas décadas, América Latina y el Caribe (ALC) ha experimentado un crecimiento urbano acelerado y un aumento sostenido en el consumo de recursos, lo que ha generado desafíos significativos en la gestión de residuos sólidos urbanos (RSU), industriales, agrícolas y de biomasa residual. De acuerdo con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la región produce más de 541 mil toneladas de residuos sólidos cada día, una cifra que podría aumentar debido al crecimiento demográfico y los patrones de consumo actuales (ONU, 2025). A pesar de este volumen, los niveles de recuperación energética de los residuos siguen siendo extremadamente bajos, lo que contrasta con los avances de otras regiones del mundo en tecnologías de Waste to Energy (WtE). Esta situación representa no solo un reto ambiental, sino también una oportunidad estratégica en el contexto de la transición energética sostenible.

La transición energética de ALC requiere una diversificación de fuentes energéticas con bajo impacto ambiental y una mayor resiliencia de los sistemas energéticos. En este marco, la valorización energética de residuos emerge como una alternativa complementaria a las energías renovables convencionales como la solar o la eólica. Tecnologías como la incineración con recuperación de calor, la digestión anaeróbica y la gasificación permiten transformar residuos no reciclables en electricidad, calor o combustibles, reduciendo simultáneamente el volumen de residuos y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

En gran medida, los países de ALC utilizan métodos de disposición final de RSU como rellenos sanitarios o, en peores casos, vertederos abiertos que a veces no cumplen con normas mínimas de sanidad, incrementando la posibilidad de externalidades negativas sobre la salud de la población en general, los ecosistemas y el clima. Esto, sumado al requerimiento físico de espacio, cada vez menor, incrementa la necesidad de que existan métodos alternativos para la gestión de los RSU y políticas transversales que reconozcan el valor energético de residuos no reciclables, dentro de esquemas de economía circular y sostenibilidad.

El desarrollo de soluciones WtE en ALC también puede contribuir al cumplimiento de compromisos climáticos asumidos en instrumentos como el Acuerdo de París y las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDCs).

La amplitud de fuentes de residuos en ALC, incluyendo residuos sólidos urbanos, residuos agrícolas, lodos industriales, biomasa forestal y residuos orgánicos de mercados o industrias alimentarias, permite diseñar estrategias específicas adaptadas a las condiciones locales. Por ejemplo, la digestión anaeróbica es particularmente viable para residuos orgánicos húmedos en zonas rurales, mientras que la incineración con recuperación de energía es más apropiada para residuos urbanos mixtos en contextos urbanos densos. Estas tecnologías pueden ser

diseñadas para complementar las cadenas de reciclaje, no para reemplazarlas, y requieren marcos normativos que aseguren sostenibilidad, aceptación social y viabilidad económica.

La FAO estima que el desperdicio de alimentos a escala mundial asciende a aproximadamente 1.300 millones de toneladas anuales, lo que representa alrededor del 17 % de la producción total de alimentos. En el caso de ALC, Recycle Track Systems estima que se pierde el 11,6% de los alimentos. Esto corresponde a 220 millones de toneladas por año, equivalentes a aproximadamente 330 kg por persona, lo que evidencia la magnitud y relevancia del problema en la región.

En suma, la valorización energética de residuos representa una oportunidad estratégica para ALC en la senda de una transición energética justa, resiliente y baja en carbono. Requiere, sin embargo, una visión multisectorial que integre la planificación energética, la gestión de residuos a nivel municipal, cambios en patrones de gestión de residuo a nivel residencial, comercial e industrial, la mitigación del cambio climático y el desarrollo sostenible. La región cuenta con casos piloto, capacidades institucionales emergentes y un potencial significativo para escalar soluciones WtE adaptadas a sus realidades. Esta Nota Técnica explora ese potencial, identifica barreras y oportunidades, y ofrece recomendaciones prácticas para avanzar en la integración del WtE en la agenda energética de ALC.

Fundamentos del Waste to Energy

El aprovechamiento energético de los residuos, conocido como WtE, constituye una de las estrategias más importantes en el marco de la transición energética, así como también de la economía circular, al integrar la gestión sostenible de residuos con la generación de energía renovable. Este enfoque responde a la necesidad de reducir los impactos ambientales derivados de la disposición inadecuada de residuos sólidos urbanos, agroindustriales, industriales y otros, así como de diversificar la matriz energética hacia fuentes más limpias y sostenibles. En los países de ALC, donde los sistemas de recolección y tratamiento de residuos aún presentan brechas significativas, el WtE emerge como una oportunidad para transformar los pasivos ambientales en activos energéticos, reduciendo simultáneamente las emisiones de gases de efecto invernadero y la dependencia de los combustibles fósiles.

Los fundamentos del WtE se basan en la premisa de que los residuos contienen un valor energético que puede ser recuperado mediante procesos de conversión física, química o biológica. Desde un punto de vista técnico, el principio esencial radica en la conversión de la materia orgánica y compuestos carbonosos presentes en los residuos en productos energéticos como electricidad, calor, biogás, biocombustibles líquidos o hidrógeno. Esta valorización energética puede realizarse mediante dos rutas principales: la termoquímica, que incluye tecnologías como la combustión, gasificación y pirólisis, y la biológica, que comprende la digestión anaerobia y la

fermentación alcohólica. Ambas rutas permiten aprovechar la fracción orgánica de los residuos, con diferentes niveles de eficiencia, complejidad tecnológica y requerimientos de pretratamiento.

Principios y tecnologías convencionales, emergentes, híbridas.

Como ya se mencionó, el fundamento técnico del WtE reconoce que la fracción orgánica y carbonosa de los residuos posee un potencial energético que puede recuperarse mediante procesos de conversión física, química, termoquímica o biológica. Esta transformación, dependiendo del proceso por el que se opte, permite obtener:

- Electricidad y calor
- Biogás o biometano
- Combustibles líquidos (bioaceites, bioetanol, biocrudo)
- Combustibles sólidos (biochar, RDF)
- Hidrógeno de origen renovable

Las rutas de valorización se clasifican principalmente en dos grupos:

- Termoquímicas: combustión, gasificación, pirólisis, torrefacción, procesos hidrotermales, craqueo y co-combustión
- Biológicas: digestión anaerobia y fermentación alcohólica

Ambas rutas son complementarias y su selección depende de:

- Tipo y humedad del residuo
- Infraestructura disponible
- Escala del proyecto
- Objetivo energético final
- Condiciones ambientales y económicas del territorio

A continuación, se presenta la descripción de cada proceso para su mejor entendimiento.

Combustión

La combustión es el proceso más tradicional dentro de las tecnologías térmicas de conversión de residuos. Consiste en la oxidación completa de la materia orgánica en presencia de oxígeno, produciendo calor, dióxido de carbono (CO_2) y vapor de agua. El calor generado se aprovecha para producir vapor en calderas, que posteriormente

acciona turbinas para generar electricidad. En el contexto de ALC, los residuos más utilizados son los residuos sólidos urbanos (RSU), el bagazo de caña de azúcar, la biomasa forestal y los residuos agrícolas (paja de arroz, cáscara de café, restos de maíz). Su ventaja radica en la simplicidad tecnológica y el alto rendimiento energético, aunque genera emisiones atmosféricas que requieren sistemas avanzados de control pre y post combustión.

Gasificación

La gasificación es un proceso termoquímico en el que la biomasa o los residuos carbonosos se convierten en gas de síntesis (syngas), compuesto principalmente por monóxido de carbono (CO), hidrógeno (H₂) y metano (CH₄), mediante una reacción parcial con oxígeno y vapor de agua a altas temperaturas (700–1200 °C). El gas resultante puede emplearse directamente en turbinas o motores de combustión interna para generación eléctrica, o refinarse para la producción de biocombustibles sintéticos. En la región, los materiales más aptos para este proceso son el bagazo de caña, residuos forestales, cáscaras de arroz, residuos de palma aceitera, y carbones vegetales. La gasificación se considera más eficiente que la combustión directa, con menor impacto ambiental y mayores posibilidades de integración con otras tecnologías.

Pirólisis

Este proceso consiste en la descomposición térmica de la materia orgánica en ausencia total de oxígeno, a temperaturas entre 400 y 800 °C, obteniendo tres productos: biochar (carbón vegetal), bioaceite y gas pirolítico. El biochar puede utilizarse como mejorador de suelos o combustible sólido; el bioaceite como un biocombustible líquido, y el gas pirolítico puede alimentar procesos térmicos o generar electricidad. Entre las materias primas más adecuadas se encuentran el aserrín, residuos de madera, cáscara de coco, bagazo de caña, y plásticos reciclables. En ALC, esta tecnología es prometedora por la abundancia de residuos lignocelulósicos y la necesidad de reducir el volumen de desechos agroindustriales.

Torrefacción

La torrefacción es un tratamiento térmico a baja temperatura (200–300 °C) y en atmósfera inerte que mejora las propiedades de la biomasa al reducir su humedad, aumentar su densidad energética y facilitar su molienda y transporte. El producto final, conocido como biocarbón torrefactado, posee características similares al carbón mineral y puede usarse en combustión o gasificación. Las materias primas más adecuadas incluyen residuos forestales, cáscara de arroz, restos de maíz, residuos de caña y cáscaras de café. En la región, la torrefacción es una tecnología emergente con potencial para integrarse a cadenas de valor sostenibles en zonas rurales.

Procesos hidrotermales

Los procesos hidrotermales (como la licuefacción y carbonización hidrotermal) convierten residuos húmedos o acuosos en biocombustibles líquidos o sólidos utilizando agua a alta temperatura y presión (200–350 °C). Estos procesos son especialmente útiles para residuos con alto contenido de humedad, como lodos de depuradora, residuos alimentarios, estiércol y algas. El resultado puede ser un biocrudo (que puede refinarse para producir biocombustibles) o hidrochar (carbón hidrotermal). Esta tecnología es considerada una opción prometedora en países tropicales, donde la biomasa húmeda es abundante.

Craqueo y procesos de hidrocraqueo

El craqueo térmico y el hidrocraqueo son procesos que rompen moléculas largas de hidrocarburos presentes en aceites residuales o plásticos para generar combustibles más ligeros, como diésel renovable o queroseno sintético. Mientras el craqueo térmico utiliza altas temperaturas (400–700 °C), el hidrocraqueo agrega hidrógeno y catalizadores para obtener productos de mayor pureza y valor energético. En ALC, esta tecnología puede aprovechar los aceites usados, grasas animales y residuos plásticos de la industria alimentaria y petroquímica, especialmente en países con producción oleaginosa como Brasil, México, Argentina y Colombia.

Conversión bioquímica

Digestión anaerobia

La digestión anaerobia es un proceso biológico en el que microorganismos degradan la materia orgánica en ausencia de oxígeno, produciendo biogás (CH_4 y CO_2) y un residuo sólido estabilizado llamado digestato. Es una de las tecnologías más extendidas en la región por su bajo costo operativo y doble beneficio energético y ambiental, ya que reduce la carga orgánica de los residuos y genera un combustible limpio. Las materias primas más utilizadas incluyen estiércol, residuos agrícolas, desechos alimentarios, lodos de plantas de tratamiento y residuos de caña de azúcar. En Ecuador, por ejemplo, existen proyectos de digestión anaerobia en haciendas ganaderas y azucareras para la producción de biogás y energía eléctrica.

Fermentación

La fermentación alcohólica convierte los azúcares y almidones presentes en los residuos agroindustriales en etanol o butanol, mediante la acción de microorganismos como *Saccharomyces cerevisiae*. Este proceso es ampliamente utilizado en la industria del etanol a partir de caña de azúcar o maíz, con un papel clave en países como Brasil, Argentina y México. También se aplica a residuos con contenido de carbohidratos, como frutas desechadas, melaza, sueros de leche y residuos de

panificación. El producto principal, bioetanol, puede mezclarse con gasolina o usarse como biocombustible directo.

Fermentación alcohólica y biogás en residuos húmedos

Cuando los residuos presentan más del 70% de contenido de agua, como ocurre con lodos, residuos alimentarios y aguas residuales industriales, la digestión anaerobia húmeda es la opción más eficiente. Produce biogás rico en metano, que puede purificarse para obtener biometano y utilizarse como combustible vehicular o inyectarse en redes de gas natural. Estos sistemas se aplican con éxito en plantas de tratamiento de aguas residuales en México, Chile y Ecuador, y en rellenos sanitarios de Colombia y Brasil donde el gas se aprovecha para generación eléctrica.

Conversión química Transesterificación

La transesterificación es una reacción química en la que los aceites vegetales o grasas animales reaccionan con un alcohol (metanol o etanol) en presencia de un catalizador para producir biodiésel y glicerina. Este proceso es ampliamente utilizado en países como Brasil, Argentina y Colombia, aprovechando residuos de aceite de palma, soya, colza o aceites de cocina usados.

Hidrogenación de aceites

La hidrogenación de aceites es una tecnología más avanzada que convierte aceites y grasas en diésel renovable mediante el uso de hidrógeno y catalizadores metálicos, generando un combustible con propiedades similares al diésel fósil pero libre de azufre. Se utiliza principalmente con aceites vegetales, grasas animales y residuos industriales grasos, y representa una alternativa sostenible de gran proyección para ALC.

Biorrefinería de residuos

El concepto de biorrefinería de residuos integra varias de las tecnologías anteriores en un único sistema, permitiendo aprovechar de forma integral los diferentes componentes de los residuos (carbohidratos, lignina, proteínas y lípidos) para producir energía, biocombustibles y productos químicos de valor agregado. Este enfoque se inspira en las refinerías de petróleo, pero utilizando biomasa residual como materia prima. En ALC, las biorrefinerías se perfilan como una vía clave para el aprovechamiento del bagazo de caña, residuos de palma africana, cáscara de arroz y lodos industriales, favoreciendo la economía circular y la descarbonización del sector energético.

La selección adecuada de la tecnología de valorización energética depende directamente del tipo de residuo disponible, sus características fisicoquímicas y su nivel de humedad.

En la siguiente tabla resume las principales corrientes de residuos aprovechables en ALC, así como las tecnologías WtE asociadas a cada una y los productos energéticos derivados. Esto permite identificar las rutas de conversión más eficientes para cada materia prima, desde residuos sólidos urbanos y agroindustriales hasta lodos, aceites y microalgas, y reconocer oportunidades para fortalecer cadenas de valor energéticas sostenibles en la región.

Tabla 1 Materias primas residuales, tecnologías y productos energéticos finales.

Materia prima residual	Tecnología	Producto energético final
Biomasa residual lignocelulósica:	Pirólisis	Gas de síntesis (syngas), bio-aceite, bio-carbón (biochar)
Residuos agrícolas:	Gasificación	
○ Residuos de campo.	Combustión	Gas de síntesis, bio-carbón
○ Residuos del procesamiento agroalimentario.	Fermentación	Energía térmica
Residuos de biomasa forestal.		Bio-alcoholes, hidrógeno
Residuos agrícolas de:	Digestión anaerobia	Biogás, bio-metano
○ Rastrojo de maíz	Fermentación alcohólica	Bio-combustibles
○ Residuos de caña de azúcar		
Residuos sólidos urbanos (RSU):	Digestión anaerobia (contenido de agua > 70%)	Biogás, biometano
	Pirólisis	Gas de síntesis, bioaceite, biocarbón
	Gasificación	Gas de síntesis, biocarbón
	Combustión	Energía térmica
		Electricidad
Estiércol y residuos ganaderos:	Digestión anaerobia	Biogás, biometano
Lodos de depuradora:	Digestión anaerobia	Biogás, biometano
○ Plantas de tratamiento de aguas residuales	Pirólisis	Gas de síntesis, bioaceite, biocarbón
	Gasificación	Gas de síntesis, biocarbón
	Combustión	Energía térmica
		Electricidad
Residuos alimentarios:	Digestión anaerobia	Biogás, biometano
Aguas residuales industriales:	Digestores anaerobios	Biogás, biometano
○ DQO 3000–40,000 mg/L		
○ DQO 1500–3000 mg/L		

DQO (Demanda Química de Oxígeno)		
Microrganismos:	Digestión anaerobia	Biogás, biometano
○ Eucariotas fotosintéticos	Fermentación	Bioetanol
○ Microalgas procariontes	alcohólica	
Aceites residuales:	Transesterificación	Biodiésel
	Hidrogenación de aceites	Diésel renovable

Fuente: (P. Lisboa a, 2023)

Panorama de la generación de residuos en ALC

La región de ALC se caracteriza por una alta disponibilidad de biomasa residual asociada a la producción agrícola, agroindustrial y al crecimiento urbano. Esta diversidad de actividades económicas genera distintos flujos de residuos, desde los residuos sólidos urbanos hasta los subproductos de la caña de azúcar, el café, la ganadería o la agroindustria frutícola que representan un potencial energético significativo aún subutilizado. La Tabla 2 presenta un panorama regional de los residuos predominantes por país y las rutas tecnológicas de valorización energética más apropiadas para cada caso, evidenciando un panorama heterogéneo pero lleno de oportunidades para el despliegue de proyectos WtE.

Según el Panorama Energético publicado por OLACDE, en ALC se presentan altos niveles de producción y consumo de bioenergía, abarcando fuentes como la leña, el bagazo de caña de azúcar, el biogás, el carbón vegetal, los biocombustibles líquidos y diversos residuos de origen orgánico. Dentro de este conjunto, la leña y el bagazo de caña ocupan un lugar predominante, especialmente en los sectores residencial e industrial de numerosos países de la región. En el caso de los biocombustibles líquidos, como el etanol y el biodiésel, su producción y utilización se concentran principalmente en Brasil, Argentina y Colombia, destinándose mayoritariamente al sector transporte, por lo general en mezclas con combustibles fósiles como la gasolina y el diésel. Cabe destacar que Brasil también registra un uso significativo de etanol como combustible puro en este sector.

En los países con fuerte industria azucarera, como Brasil, México, Colombia, Guatemala, Perú, Cuba y República Dominicana, el bagazo y la vinaza se consolidan como los residuos de mayor volumen y madurez tecnológica para su aprovechamiento energético, principalmente mediante combustión directa y digestión

anaerobia. Este patrón revela una clara ventaja competitiva para la cogeneración en ingenios y la transición hacia biorrefinerías de residuos. Algo similar ocurre en la industria cafetera de Colombia, Centroamérica y el Caribe insular, donde la pulpa y el mucílago pueden transformarse en biogás o compost energético, reduciendo así los impactos ambientales en zonas rurales productoras.

En el Cono Sur, países como Argentina y Paraguay destacan por el aprovechamiento energético de la soja y el maíz, mediante la producción de biodiésel, gasificación y digestión anaerobia. La biomasa forestal en Chile o la producción vitivinícola también se presentan como fuentes relevantes para generación térmica, bioaceites y bioalcoholes. Por otro lado, en Brasil y México, la magnitud del sector agrícola permite integrar tecnologías más avanzadas, como gasificación y fermentación, que incrementan el valor agregado de los residuos.

El Caribe merece una atención particular debido a su dependencia energética, restricciones territoriales para la disposición final y vulnerabilidad climática. Países como Cuba, Jamaica, Barbados, Trinidad y Tobago y Grenada cuentan con residuos urbanos y agroindustriales (especialmente de caña, cacao, nuez moscada y turismo) que pueden ser aprovechados mediante digestión anaerobia y combustión de biomasa. Esta valorización no solo reduciría la presión sobre los rellenos sanitarios, sino que contribuiría a la seguridad energética insular mediante la producción local de biogás, electricidad y calor para uso industrial y comunitario.

En conjunto, el análisis por país confirma que la disponibilidad de materia prima residual en ALC es amplia y diversificada, y que existen tecnologías probadas para su conversión energética. Sin embargo, el grado de implementación aún es desigual y depende de factores estructurales como infraestructura de recolección, gobernanza en residuos, incentivos energéticos y acceso al financiamiento. Por ello, la integración entre políticas de gestión de residuos y estrategias de transición energética resulta clave para convertir este potencial en una fuente real de desarrollo sostenible para la región.

Tabla 2 Potencial de Biomasa y Conversión Energética en América Latina y el Caribe

País	Producto	Residuo	Proceso para la obtención de energía
Argentina	Soja	Cáscara, residuos de aceite	Biodiésel, gasificación
Argentina	Trigo	Paja, residuos del grano	Combustión directa, gasificación
Argentina	Ganadería	Estiércol	Digestión anaerobia
Barbados	Residuos alimentarios y de hoteles	Orgánicos	Digestión anaerobia
Belice	Caña de azúcar	Bagazo	Combustión directa
Bolivia	Caña de azúcar	Bagazo, vinaza	Combustión directa, fermentación alcohólica
Bolivia	Quinua	Paja, residuos de grano	Combustión directa, digestión anaerobia
Brasil	Caña de azúcar	Bagazo, vinaza	Combustión directa, digestión anaerobia
Brasil	Soja	Cáscara, residuos oleosos	Biodiésel, gasificación
Brasil	Maíz	Rastrojo, tusa	Gasificación, digestión anaerobia
Chile	Madera	Aserrín, viruta	Combustión directa, peletización
Chile	Uva (vinos)	Orujo, raspones	Fermentación alcohólica, digestión anaerobia
Colombia	Café	Pulpa, mucílago	Digestión anaerobia, compostaje energético
Colombia	Palma aceitera	Fibras, cuescos, efluentes	Digestión anaerobia, cogeneración
Colombia	Caña de azúcar	Bagazo, cachaza	Combustión directa
Costa Rica	Piña	Cáscara, residuos de pulpa	Digestión anaerobia, fermentación alcohólica
Costa Rica	Café	Pulpa, mucílago	Digestión anaerobia, compostaje energético
Cuba	Caña de azúcar	Bagazo, paja	Combustión directa, gasificación
Ecuador	Banano	Cáscara, tallo	Digestión anaerobia, fermentación alcohólica
Ecuador	Cacao	Cáscara, mucílago	Digestión anaerobia, combustión directa

El Salvador	Caña de azúcar	Bagazo, vinaza	Combustión directa, digestión anaerobia
Grenada	Cacao y nuez moscada	Cáscara, pulpa	Combustión directa, digestión anaerobia
Guatemala	Palma aceitera	Fibras, cuescos, efluentes	Digestión anaerobia, cogeneración
Guatemala	Caña de azúcar	Bagazo, vinaza	Combustión directa, digestión anaerobia
Guyana	Arroz	Cáscara, paja	Combustión directa, gasificación
Guyana	Caña de azúcar	Bagazo	Combustión directa
Haití	Residuos urbanos	Orgánicos mixtos	Digestión anaerobia
Honduras	Café	Pulpa, mucílago	Digestión anaerobia
Honduras	Caña de azúcar	Bagazo	Combustión directa
Jamaica	Caña de azúcar	Bagazo	Combustión directa
México	Maíz	Tusa, rastrojo	Gasificación, digestión anaerobia
México	Caña de azúcar	Bagazo, vinaza	Combustión directa, digestión anaerobia
México	Agave (tequila, mezcal)	Bagazo de agave	Digestión anaerobia, fermentación alcohólica
México	Café	Pulpa, mucílago	Digestión anaerobia
México	Ganadería	Estiércol	Digestión anaerobia (biogás)
México	Residuos urbanos	Orgánicos municipales	Digestión anaerobia, incineración controlada
Nicaragua	Café	Pulpa, mucílago	Digestión anaerobia
Panamá	Arroz	Cáscara	Gasificación, combustión directa
Panamá	Caña de azúcar	Bagazo	Combustión directa
Paraguay	Maíz y soja	Rastrojo, residuos oleosos	Gasificación, biodiésel
Perú	Arroz	Cáscara, paja	Combustión directa, gasificación
Perú	Caña de azúcar	Bagazo, cachaza	Combustión directa, digestión anaerobia
República Dominicana	Caña de azúcar	Bagazo, cachaza	Combustión directa, digestión anaerobia
Surinam	Palma y coco	Fibras, cáscaras	Digestión anaerobia, combustión directa
Trinidad y Tobago	Residuos alimentarios	Orgánicos urbanos	Digestión anaerobia
Uruguay	Ganadería	Estiércol	Digestión anaerobia (biogás)
Uruguay	Lácteos	Efluentes, suero	Digestión anaerobia
Venezuela	Caña de azúcar	Bagazo, vinaza	Combustión directa

Venezuela	Petróleo (industria)	Lodos, residuos orgánicos	Co-procesamiento, gasificación
Venezuela	Arroz	Cáscara	Combustión directa

Fuente: Elaboración propia - OLACDE

Estado actual del WtE en ALC

La Tabla 3 presenta una visión comparativa del estado actual de la generación de residuos sólidos urbanos (RSU) en ALC, destacando tres variables determinantes para la implementación de proyectos WtE: población, extensión territorial y toneladas diarias de residuos generados. Los datos reflejan que las economías con mayor población, principalmente Brasil, México, Argentina, Colombia y Perú, concentran también los volúmenes más altos de generación de residuos, lo que representa una oportunidad para el desarrollo de sistemas WtE a escala industrial. En contraste, los pequeños Estados insulares del Caribe, como Barbados, Grenada o Trinidad y Tobago, aun con cantidades menores en términos absolutos, enfrentan una presión significativamente mayor sobre el uso del suelo debido a su limitada superficie disponible, lo cual convierte al WtE en una alternativa estratégica para reducir la dependencia de vertederos y fortalecer su seguridad energética. Este panorama regional confirma que el potencial de valorización energética de los RSU está directamente relacionado tanto con la dinámica demográfica como con las características geográficas de cada país, abriendo diferentes rutas tecnológicas para cada contexto territorial.

Tabla 3 Generación RSU en ALC

País	Población	Superficie (km2)	Generación RSU (t/día)
Argentina	45.908.853	2.736.690	49.305,10
Barbados	282.682	430	254,70
Belice	425.097	22.966	333,60
Bolivia	12.644.461	1.098.581	5.285,50
Brasil	213.120.184	8.358.140	176.400,00
Chile	19.895.842	756.626	20.317,91
Colombia	53.627.241	1.141.748	33.280,00
Costa Rica	5.161.653	51.179	4.000,00
Cuba	10.920.874	109.884	9.242,91
Ecuador	18.347.802	256.370	11.768,22
El Salvador	6.375.822	21.041	5.582,97
Grenada	117.340	344	82,46
Guatemala	18.792.156	108.889	9.795,99
Guyana	837.832	214.969	1.167,39
Haití	11.955.914	27.750	7.319,52
Honduras	11.072.412	112.777	5.841,00

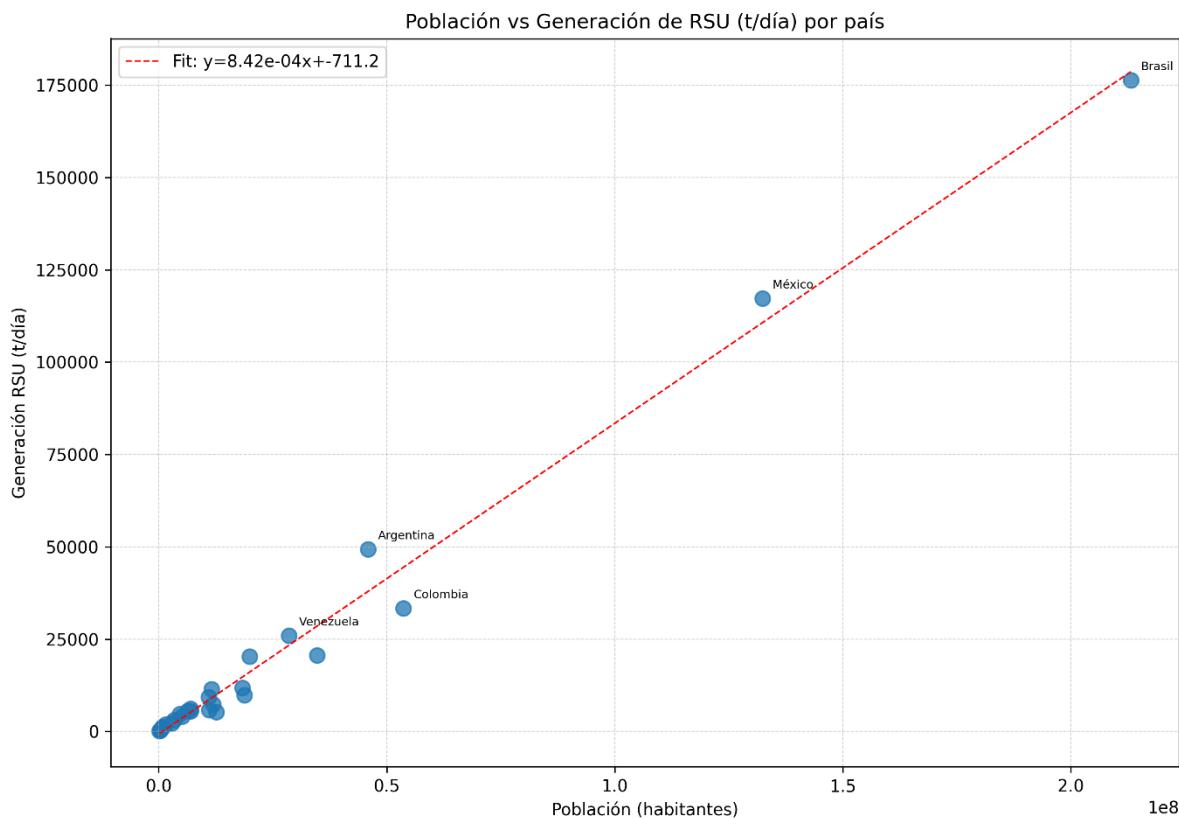
Jamaica	2.836.277	10.991	2.198,00
México	132.354.262	1.964.375	117.258,00
Nicaragua	7.041.471	130.370	5.416,20
Panamá	4.591.900	75.517	4.717,74
Paraguay	7.044.344	406.752	6.160,76
Perú	34.710.738	1.285.216	20.541,05
República Dominicana	11.555.359	48.670	11.448,80
Surinam	641.882	163.820	731,68
Trinidad y Tobago	1.512.434	5.128	1.917,81
Uruguay	3.383.964	176.215	3.076,20
Venezuela	28.559.002	916.447	25.942,76

Fuente: (ONU Medio Ambiente, 2018)

La generación de RSU en ALC presenta una marcada relación con el tamaño poblacional, evidenciando que las economías más grandes, como Brasil (176.400 t/día), México (117.258 t/día), Argentina (49.305 t/día) y Colombia (33.280 t/día), concentran el mayor volumen de desechos generados. Esto implica una presión significativa sobre los sistemas de gestión y disposición final, especialmente en contextos urbanos donde el incremento del consumo, la expansión demográfica y la limitada capacidad de infraestructura agravan los impactos ambientales. Países como Perú, Chile y Venezuela también muestran una generación de RSU considerable, superando los 20.000 t/día, lo que confirma una necesidad regional de fortalecer políticas de valorización y economía circular.

Por otro lado, los países insulares del Caribe y las naciones con menor población mantienen volúmenes reducidos de generación de RSU, como Barbados (254,70 t/día), Grenada (82,46 t/día) y Surinam (731,68 t/día), lo que puede facilitar la implementación de soluciones a menor escala, pero sostenibles, aunque también enfrentan barreras económicas y tecnológicas para el aprovechamiento energético de residuos. Este contraste entre grandes y pequeños generadores revela una brecha estructural en la gestión de residuos en ALC, donde la transición hacia modelos de valorización energética requiere enfoques diferenciados según las capacidades nacionales y la articulación institucional existente.

Gráfico 1 Población vs Generación de RSU (t/día) por país



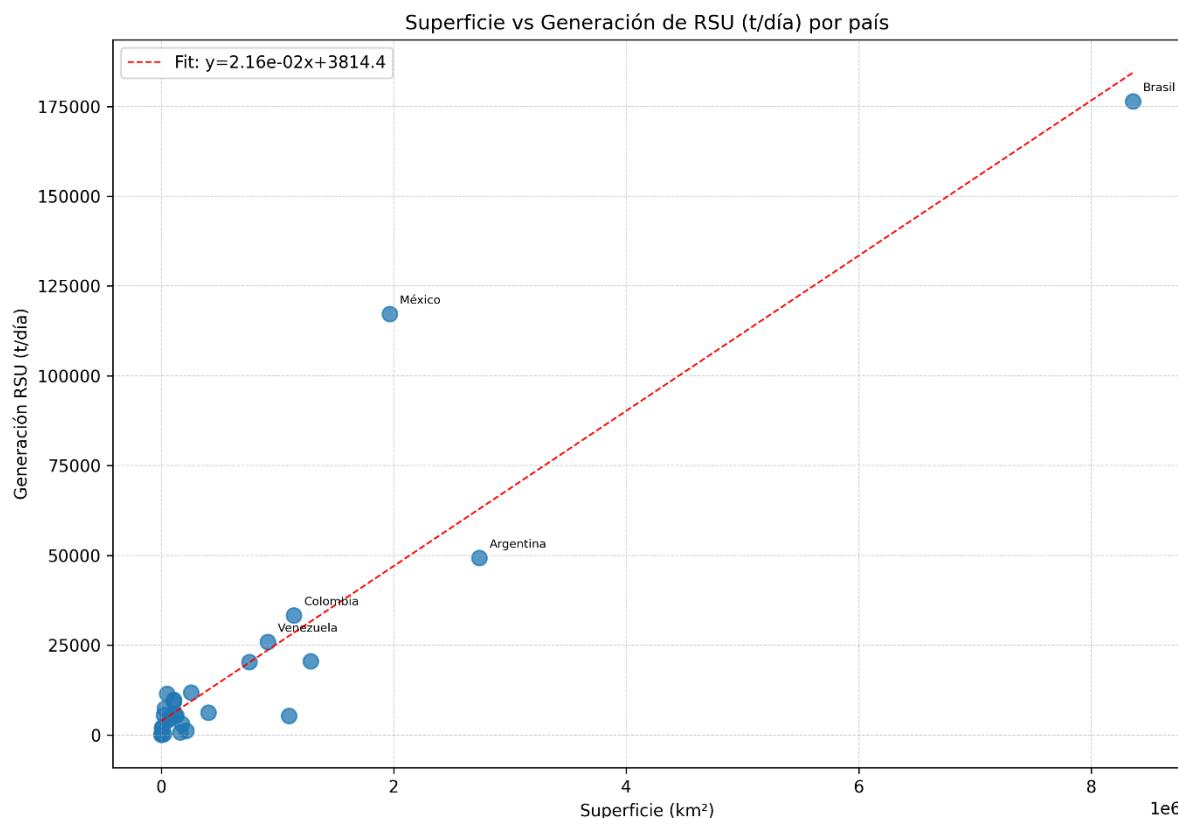
Fuente: Elaboración propia - OLACDE - OLACDE

La comparación entre superficie territorial y generación de RSU en los países de América Latina y el Caribe evidencia que las naciones con grandes extensiones geográficas, como Brasil (8,36 millones km²), Argentina (2,73 millones km²) y México (1,96 millones km²), concentran también los mayores volúmenes de residuos generados, lo que implica desafíos logísticos relevantes para la recolección, transporte y tratamiento de desechos a lo largo de amplias zonas urbanas y rurales. Países intermedios en superficie como Perú, Colombia y Venezuela también registran altos niveles de generación de RSU, lo que sugiere que la disponibilidad territorial no necesariamente se traduce en sistemas de gestión más eficientes, especialmente en contextos donde la expansión urbana supera la capacidad de infraestructura pública.

En contraste, los países de menor superficie, principalmente islas del Caribe como Barbados, Grenada, Trinidad y Tobago o Jamaica, aunque generan un volumen absoluto reducido, enfrentan limitaciones de espacio físico para la disposición final y costos operativos más elevados para implementar soluciones tecnológicas como la valorización energética de residuos. Esto construye un escenario donde la falta de terreno disponible acelera la necesidad de reducir, reciclar y valorizar los desechos en origen. De esta forma, la relación superficie–generación de RSU confirma que la planificación territorial es un componente crítico de las estrategias regionales hacia

una economía circular, requiriendo enfoques diferenciados según la densidad y estructura espacial de cada país.

Gráfico 2 Superficie vs Generación de RSU (t/día) por país



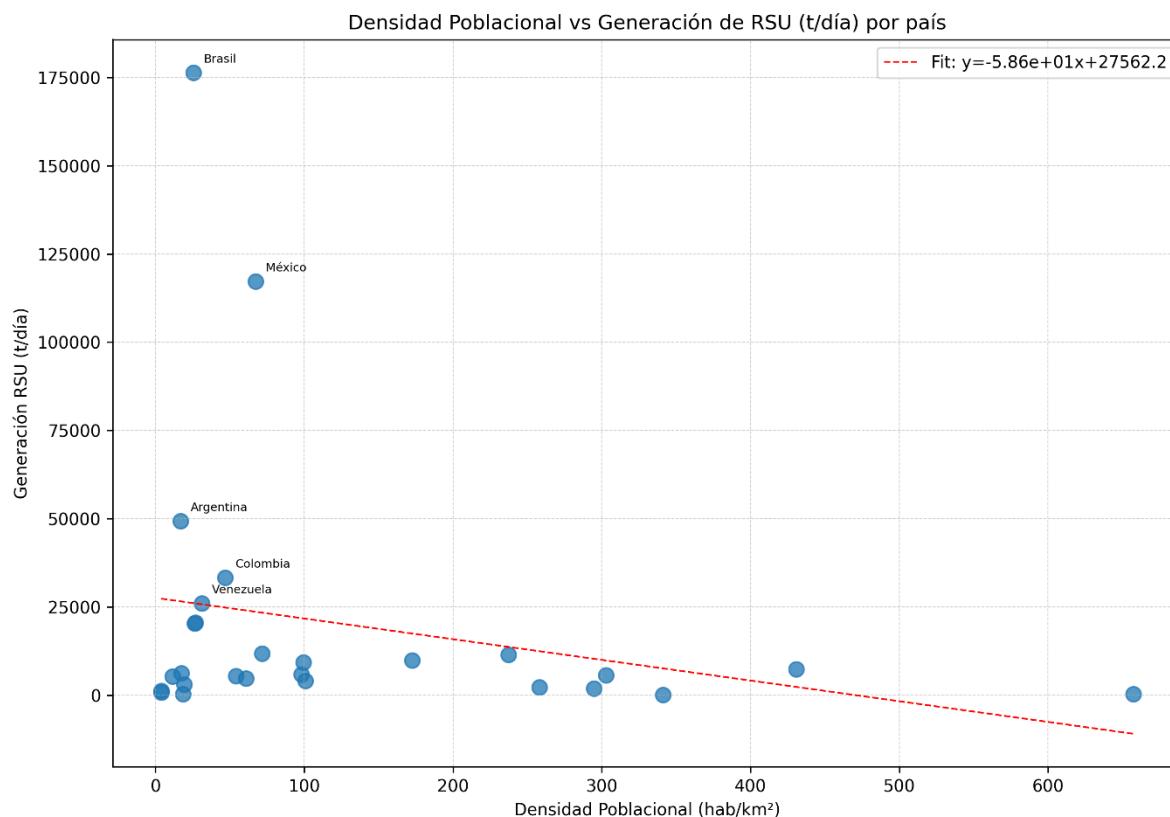
Fuente: Elaboración propia - OLACDE - OLACDE

Al relacionar la densidad poblacional con la generación de RSU, el uso del suelo y la limitada disponibilidad de espacio para disposición final, se evidencia que los países y territorios con alta presión demográfica, particularmente los pequeños Estados insulares del Caribe, enfrentan un riesgo creciente de saturación de sus sistemas de gestión de residuos si no incorporan soluciones energéticas sostenibles. En estos casos, la alta concentración territorial de población incrementa la urgencia de implementar estrategias de reducción y valorización de residuos, especialmente en áreas urbanas saturadas donde la infraestructura ambiental suele ser insuficiente para responder al crecimiento demográfico.

En contraste, países con densidades bajas, como Guyana y Surinam (4 hab/km²) generan menores volúmenes de residuos y disponen de mayor capacidad territorial, lo que reduce la presión inmediata sobre su sistema de gestión. Sin embargo, naciones de tamaño intermedio como México, Brasil, Colombia y Perú muestran que una densidad media no implica necesariamente una menor generación de RSU, puesto que factores como el consumo, el desarrollo urbano y la industrialización influyen de manera determinante en la producción de desechos. Estos resultados

indican que la densidad poblacional es un indicador clave para dimensionar la infraestructura requerida y orientar políticas diferenciadas que permitan avanzar hacia sistemas más eficientes y sostenibles en ALC.

Gráfico 3 Densidad poblacional vs Generación (t/día) por país



Fuente: Elaboración propia - OLACDE – OLACDE

Análisis Regional de Tecnologías WtE en América Latina y el Caribe

Según el reporte del BID en ALC se generó 230 millones de toneladas de residuos sólidos municipales, lo que equivale a aproximadamente el 13% de los residuos a nivel mundial. Adicionalmente, según el Hub de Datos de Residuos Sólidos y Economía Circular, que administra el BID, más del 40% de los residuos sólidos municipales de la región se enviaron a vertederos inadecuados, se quemaron o quedaron en cuerpos de agua. El 45% de los residuos sólidos municipales se dispusieron en rellenos sanitarios (muchos de ellos sin sistemas activos de captura de biogás) y solo el 4% se aprovechó. Asimismo, el sector de residuos en ALC liberó a la atmósfera más de 345 millones de toneladas de GEI.

La implementación de tecnologías WtE en ALC presenta una distribución heterogénea que refleja las diferencias en desarrollo industrial, capacidades financieras, densidad poblacional y disponibilidad de infraestructura. Para comprender mejor este panorama, se realizó una segmentación en regiones: Cono Sur, Región Andina, México - América Central y el Caribe. Esta clasificación permite visualizar de manera más precisa tanto las oportunidades como las brechas tecnológicas existentes en cada subregión.

Al realizar un análisis de frecuencia de uso de las tecnologías WtE, que se concentran principalmente en procesos biológicos y térmicos. Entre las más representativas se encuentran la digestión anaerobia, la incineración con recuperación energética y la gasificación. La prevalencia de estas tecnologías responde a factores como la composición orgánica de los RSU, que en la región puede superar el 50%, lo que favorece el aprovechamiento biológico.

Cono Sur: Avances industriales con retos estructurales

En América del Sur se observa la mayor diversidad tecnológica. Países como Brasil, Chile y Argentina cuentan con proyectos consolidados con recuperación energética, especialmente de tipo térmico. Esta región ha dado pasos importantes en marcos regulatorios, aunque aún existen desafíos relacionados con la estabilidad política, financiamiento a gran escala y aceptación pública, especialmente cuando se trata de incineración.

Región Andina: Crecimiento sostenido con barreras estructurales

En la Región Andina países como Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, predominan tecnologías asociadas a digestión anaerobia, combustión directa y cogeneración, vinculadas a sectores clave como caña de azúcar, café, palma, cacao, arroz y ganadería. La digestión anaerobia es la tecnología más frecuente debido a la alta disponibilidad de efluentes agroindustriales y residuos orgánicos urbanos.

Aunque esta subregión presenta un crecimiento significativo en diversidad tecnológica, aún enfrenta limitaciones en infraestructura de pretratamiento, madurez institucional y financiamiento especializado, especialmente para proyectos térmicos como gasificación o co-procesamiento.

México y América Central: Proyectos en escala piloto y dependencia de cooperación

América Central concentra principalmente iniciativas de digestión anaerobia y proyectos piloto de valorización energética. La mayoría dependen en gran medida de cooperación internacional y financiamiento multilateral. Las inversiones se orientan hacia tecnologías de menor escala que permitan atender demandas energéticas locales, con enfoque en sostenibilidad y mínima huella ambiental.

El Caribe: Alta necesidad y baja adopción tecnológica

El Caribe destaca como la región con mayores necesidades y menor implementación de WtE. La limitada disponibilidad de suelo para vertederos, la alta dependencia de combustibles fósiles importados y la vulnerabilidad a impactos climáticos hacen que los países caribeños enfrenten una presión urgente para transformar sus modelos de gestión de residuos.

Sin embargo, la adopción tecnológica ha sido lenta debido a:

- Mercados pequeños,
- Altos costos logísticos y operativos,
- Falta de infraestructura para separación y pretratamiento de residuos, y
- Marcos regulatorios aún en desarrollo.

No obstante, estas mismas condiciones convierten al Caribe en un espacio estratégico para acelerar la implementación de tecnologías WtE, especialmente aquellas escalables y adaptadas a sistemas insulares, como:

- Digestión anaerobia (aprovechando la gran fracción orgánica de los RSU),
- Gasificación y pirólisis en plantas modulares de baja capacidad, y,
- Producción de combustibles derivados de residuos (RDF) para sustituir importaciones.

En este sentido, la transición energética en el Caribe puede verse reforzada por la valorización energética de los residuos, creando sistemas consistentemente circulares, resilientes y alineados con las metas climáticas regionales.

El análisis regional sobre la frecuencia de tecnologías asociadas a la valorización energética de residuos en ALC evidencia que la digestión anaerobia es la tecnología predominante en todas las subregiones, con especial presencia en México y Centroamérica (12 casos), la Región Andina (6 casos) y el Caribe (8 casos). Su amplia adopción responde a su versatilidad, menor complejidad tecnológica y costos relativamente accesibles en comparación con procesos termoquímicos avanzados. La combustión directa ocupa el segundo lugar en todas las regiones, destacando especialmente en México y Centroamérica (7 casos) y la Región Andina (9 casos), reflejando la búsqueda de soluciones de rápido despliegue para reducir volúmenes de residuos y generar energía en contextos donde la disposición final presenta limitaciones críticas.

Por otro lado, tecnologías como la gasificación, el biodiésel, la fermentación alcohólica, la cogeneración, la peletización, el co-procesamiento y la incineración controlada muestran una presencia mucho más limitada y focalizada. Su baja frecuencia sugiere barreras vinculadas a costos de inversión, disponibilidad de

biomasa homogénea, requerimientos técnicos avanzados y menor madurez institucional para operar proyectos de mayor complejidad. Las diferencias entre regiones también evidencian que la elección tecnológica responde al nivel de desarrollo industrial, la capacidad de financiamiento y la estructura de generación de residuos, siendo la Región Andina y México–Centroamérica las que presentan mayor diversidad tecnológica, mientras que el Caribe prioriza soluciones de menor escala debido a limitaciones territoriales y financieras.

Tabla 4 Frecuencia de tecnologías en países: Argentina, Brasil, Chile, Paraguay, Uruguay

Tecnología	Frecuencia
Digestión anaerobia	6
Combustión directa	3
Gasificación	5
Biodiésel	3
Fermentación alcohólica	1
Peletización	1

Fuente: Elaboración propia - OLACDE

Tabla 5 Frecuencia de tecnologías en países: Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela

Tecnología	Frecuencia
Digestión anaerobia	6
Combustión directa	9
Gasificación	2
Fermentación alcohólica	2
Cogeneración	1
compostaje energético	1
Co-procesamiento	1

Fuente: Elaboración propia - OLACDE

Tabla 6 Frecuencia de tecnologías en países: México, Costa Rica, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Panamá, Belice

Tecnología	Frecuencia
Digestión anaerobia	12
Combustión directa	7
Gasificación	1
Fermentación alcohólica	1
Cogeneración	1
Incineración controlada	2

Fuente: Elaboración propia - OLACDE

Caribe

Países: Barbados, Cuba, Grenada, Guyana, Haití, Jamaica, República Dominicana, Surinam, Trinidad y Tobago

Tecnología	Frecuencia
Digestión anaerobia	8
Combustión directa	7
Gasificación	3

Fuente: Elaboración propia - OLACDE

Proyectos representativos WtE en ALC

En ALC, diversas iniciativas de valorización energética de residuos se han convertido en referentes regionales demostrando que es posible transformar los desechos en una solución energética sostenible. Uno de los casos más emblemáticos es el proyecto desarrollado en el Relleno Sanitario El Inga, ubicado al oriente de Quito, Ecuador. Este sitio no solo administra los residuos sólidos generados por la ciudad, sino que aprovecha el biogás producido por la degradación de materia orgánica para generar electricidad. Gracias a esta técnica de captura y valorización energética, la planta ha alcanzado una potencia instalada de 9 MW, suficiente para abastecer aproximadamente a 40.000 hogares. Con ello, se evita anualmente la liberación de alrededor de 16.000 toneladas de metano, equivalentes a cerca de 400.000 toneladas de CO₂, posicionando a la capital ecuatoriana como un referente nacional y regional.

El proyecto, impulsado mediante una alianza entre EMGIRS EP y Gasgreen desde 2012, ha experimentado un crecimiento progresivo. Inició con una capacidad de 2 MW en 2016, incrementándose a 5 MW en 2017, hasta llegar a la capacidad actual de 9 MW con una inversión cercana a 20 millones de dólares. Además, ha permitido registrar certificaciones de reducción de emisiones ante la CMNUCC, generando créditos de carbono y consolidándose como un claro ejemplo de cómo los residuos dejan de ser un pasivo ambiental para convertirse en un activo energético sostenible.

Otro ejemplo clave de Ecuador es el Complejo de Desarrollo Humano y Ambiental de Pichacay, en Cuenca, gestionado por EMAC EP. Este complejo integra un relleno sanitario, una planta de esterilización de desechos infecciosos, una central de biogás y un centro de reciclaje denominado "El Chorro". En operación desde 2001, cuenta con estrictas medidas ambientales como impermeabilización mixta, drenaje de lixiviados y un sistema de captación de biogás que genera un caudal promedio de 650 m³/día. Dicho biogás alimenta la central térmica Pichacay, desarrollada por EMAC-BGP Energy CEM, la cual cuenta con 2 MW de potencia instalada. Hasta 2021, su operación permitió inyectar 22.101 MWh a la red y reducir 105.000 toneladas de CO₂ equivalente, un impacto equiparable a retirar 7.000 vehículos livianos de la circulación. Así mismo, la planta de autoclave ha permitido neutralizar 750 toneladas

anuales de residuos infecciosos, fortaleciendo la salud pública y generando empleo local.

En Colombia, la ciudad de Bogotá avanza con un proyecto transformador en el Parque de Innovación Doña Juana: la primera planta de termo valorización del país, y la segunda en América Latina. Su diseño contempla el procesamiento diario de entre 2.400 y 3.000 toneladas de residuos inorgánicos mediante combustión controlada, con una capacidad superior a 128 MW, suficiente para abastecer todo el alumbrado público de la ciudad o más de 40.000 hogares. Además, reducirá hasta un 66% las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al relleno sanitario, complementando la operación existente de biogás. Las cenizas generadas se utilizarán como insumo para la industria de la construcción, consolidando un modelo integral de economía circular. Este proyecto está alineado con los instrumentos de planificación urbana y climática, y posicionará a Bogotá como una capital verde en la región.

De manera complementaria, la agroindustria de la caña de azúcar en Colombia constituye uno de los ejemplos más consolidados de valorización energética de residuos en la región, a través de la cogeneración eléctrica a partir del bagazo. El sector azucarero dispone de aproximadamente 12 plantas de cogeneración que utilizan este residuo agroindustrial como combustible, alcanzando una capacidad instalada estimada entre 190 y 296 MW. Una parte relevante de esta energía se destina al autoconsumo de los ingenios, mientras que alrededor de 50–60 MW se inyectan al Sistema Interconectado Nacional. Esta infraestructura permite una producción anual cercana a 1.800 GWh de electricidad renovable, consolidando al bagazo de caña como una de las principales fuentes de generación eléctrica a partir de biomasa en el país. Si bien su contribución es moderada frente a la capacidad total del sistema eléctrico colombiano, la cogeneración con bagazo desempeña un papel estratégico al diversificar la matriz energética, reducir emisiones de gases de efecto invernadero y evidenciar el potencial del enfoque Waste to Energy aplicado a residuos agroindustriales ampliamente disponibles en ALC.

En México, destaca la planta Termo WTE S.A. de C.V., ubicada en el Ex Lago de Texcoco, es una central termo valorización procesa 1,67 millones de toneladas de residuos no orgánicos al año, equivalentes al 35% de los residuos de la Ciudad de México. Con una potencia estimada de 150 MW y una producción anual mínima de 965 GWh, su objetivo es abastecer el consumo eléctrico del Metro capitalino. La planta cumple con parámetros ambientales que mitigan los impactos potenciales y contribuyen al programa “Basura Cero”. De esta forma, se impulsa la transición hacia un manejo sostenible de residuos basado en recuperación energética y sustitución de la disposición final en rellenos sanitarios.

Brasil, por su parte, impulsa diversas iniciativas relevantes. En Guatapará, estado de São Paulo, Estre Ambiental ha desarrollado su primera planta de aprovechamiento

energético de biogás, con una capacidad instalada de 4,2 MW. Este proyecto forma parte de un plan mayor que contempla la construcción de diez plantas adicionales. La electrificación generada es suficiente para abastecer alrededor de 18.000 habitantes, mientras que se exploran capacidades que podrían alcanzar hasta 100 MW en rellenos sanitarios estratégicos. El apoyo gubernamental ha sido fundamental, incentivando la modernización tecnológica y el fortalecimiento de la economía circular.

También en Brasil, el Uberlândia Landfill Gas Project, en Minas Gerais, se ha convertido en una referencia nacional. Este proyecto captura el metano generado en los rellenos Uberlândia I y II para producir electricidad mediante tres motores de 1,4 MW cada uno, alcanzando así una potencia total de 4,2 MW y una generación estimada de 35.600 MWh/año. Registrado ante la UNFCCC y bajo el sello Gold Standard, garantiza la contribución verificable a la mitigación climática. Además, incorpora programas comunitarios y aporta beneficios económicos mediante empleo e impuestos, demostrando que el WtE puede convertirse en un aliado social y ambiental.

En la industria de la palma aceitera de la región, particularmente en Colombia, existe un alto potencial para aprovechar subproductos como racimos vacíos, fibras, cuescos y efluentes (POME). Estudios han demostrado que, con condiciones óptimas del proceso de generación de vapor, es posible alcanzar entre 1 y 7 MW de potencia excedente y lograr la autosuficiencia energética de las plantas extractoras. Con un factor de capacidad de ~0,4, la generación alcanza entre 75 y 160 kWh por tonelada procesada, superando ampliamente los sistemas convencionales. Esta cogeneración reduce el consumo externo de energía, disminuye emisiones y aporta a los ODS, demostrando una alternativa rentable para la industria agroindustrial que domina en varios países de la región.

En el Caribe, los desafíos de gestión de residuos son críticos debido a las limitaciones de espacio, la dependencia del turismo y la vulnerabilidad al cambio climático. La iniciativa “Zero Waste in the Caribbean: New Ways, New Waves”, promovida por UNEP, busca fortalecer los marcos normativos y promover soluciones tecnológicas para residuos dominantes, como plásticos y materia orgánica, a través de una visión de economía circular. Este esfuerzo impulsa tanto la consolidación institucional en CARIFORUM como la implementación de proyectos piloto de valorización energética y reciclaje que reduzcan los impactos en la salud y la biodiversidad.

En el caso de Grenada, la urgencia de soluciones alternativas como el Waste to Energy se evidencia con claridad. El vertedero principal, Perseverance Landfill, se encuentra al borde de su capacidad y ha sufrido eventos como un incendio provocado por metano que se extendió durante dos años. La infraestructura limitada, el escaso reciclaje y el riesgo de contaminación marina generan una presión creciente. No obstante, el país ha adoptado marcos regulatorios modernos, incluida la prohibición de plásticos de un solo uso, y participa en proyectos regionales de reciclaje

impulsados por la OECS. El desarrollo de tecnología WtE permitiría reducir lixiviados y emisiones, mejorar la resiliencia climática y sostener la economía turística mediante una gestión responsable de los residuos.

Iniciativas innovadoras en WtE en ALC

El manejo de residuos se ha convertido en un desafío estratégico para ALC, donde la creciente generación de desechos orgánicos y la persistencia de vertederos a cielo abierto contribuyen significativamente a las emisiones de metano, uno de los gases de efecto invernadero más potentes. Frente a este panorama, diversas iniciativas regionales y emprendimientos innovadores han surgido con el objetivo de transformar la gestión de residuos en una oportunidad para avanzar hacia la economía circular y fortalecer la acción climática.

En este contexto, el BID lanzó en octubre de 2023 la iniciativa Too Good to Waste, orientada a acelerar la implementación de proyectos de gestión sostenible de residuos que contribuyan a una reducción sustancial de las emisiones de metano en la región. Su enfoque se centra en cerrar brechas estructurales: actualmente, más del 40% de los residuos en ALC se disponen de manera inadecuada y solo el 4% se valoriza, generando una brecha financiera anual estimada en USD 4.250 millones. Para revertir esta situación, Too Good to Waste impulsa el cierre de botaderos, la captura y aprovechamiento energético del biogás, el fortalecimiento institucional y la creación de esquemas financieros que hagan viable una gestión de residuos resiliente y baja en emisiones.

Además de estas iniciativas institucionales, varios emprendimientos ya están contribuyendo al cambio desde lo local. En Chile, la empresa Algramo propone un modelo innovador basado en la reutilización de envases y la venta a granel mediante estaciones de recarga inteligentes. A través de envases reutilizables con tecnología RFID y una aplicación móvil, los consumidores adquieren productos como detergentes o champú pagando únicamente por el contenido, lo que reduce costos hasta en un 40% y evita la generación de residuos plásticos de un solo uso.

Desde su creación en 2013, Algramo ha expandido su modelo a Reino Unido, Estados Unidos, Indonesia y próximamente México, logrando la reutilización de más de 900.000 envases, el equivalente a más de 100.000 kg de plástico evitado, y posicionándose como un referente global en estrategias de economía circular y reducción de contaminación marina. La empresa destaca la necesidad de políticas que regulen la producción de envases innecesarios y promuevan la responsabilidad extendida del productor, consolidando sistemas sostenibles de consumo y gestión de residuos.

Por su parte, en Argentina y otros países del Cono Sur, la firma The Yield Lab Latam se ha consolidado como el fondo de capital emprendedor más relevante en

AgriFoodTech de la región, apoyando soluciones tecnológicas que fortalecen la sostenibilidad y resiliencia de los sistemas alimentarios. Fundada en 2017 como parte de la red global The Yield Lab, la organización invierte en startups en etapas tempranas con alto potencial de impacto ambiental y económico. Impulsa el desarrollo de tecnologías orientadas al aprovechamiento de residuos agroindustriales, la mejora de la eficiencia productiva y la transición hacia modelos bajos en carbono. Además, brinda acompañamiento en escalamiento, gobernanza, planificación estratégica y vinculación con inversores, generando un ecosistema de innovación que integra academia, sector público, industria y productores.

Conclusiones

Los fundamentos del WtE demuestran que la región posee materias primas abundantes, tecnologías disponibles y una necesidad urgente de evolucionar hacia modelos energéticos y ambientales más circulares. En el Caribe, la valorización energética de residuos puede convertirse en un pilar estratégico para la seguridad energética, la resiliencia climática y el desarrollo sostenible social.

La generación de RSU en ALC se concentra principalmente en los países con mayor población, como Brasil, México, Argentina y Colombia, lo que refleja una relación directa entre crecimiento demográfico, consumo y presión sobre los sistemas de gestión de residuos. Estos volúmenes representan un reto estructural para la infraestructura pública y la planificación urbana, demandando mayores esfuerzos en valorización, reciclaje y reducción en la fuente para mitigar impactos ambientales y sanitarios.

La disponibilidad de superficie territorial no garantiza una gestión eficaz de residuos: aunque países extensos generan altos volúmenes absolutos, las grandes distancias y la dispersión de los centros urbanos complican la logística y elevan los costos de recolección y tratamiento. En contraste, los pequeños Estados insulares, pese a generar menos residuos en términos absolutos, enfrentan una limitación crítica de espacio que acelera la necesidad de soluciones tecnológicas de valorización y la transición hacia modelos de economía circular.

La densidad poblacional actúa como un factor determinante que intensifica la presión sobre el territorio y acelera la saturación de los sitios de disposición final. A nivel regional, esta variable evidencia que la gestión de residuos no puede abordarse únicamente desde el volumen generado, sino que requiere estrategias diferenciadas según la distribución poblacional y el entorno territorial de cada país, garantizando sistemas de gestión sostenibles y adaptados a sus realidades.

La digestión anaerobia se consolida como la tecnología de valorización energética más extendida en todas las subregiones de ALC, reflejando su adaptabilidad a distintos contextos, su menor complejidad operativa y su capacidad para tratar fracciones orgánicas abundantes en los residuos municipales. La alta frecuencia de esta tecnología, acompañada por la combustión directa como segunda alternativa predominante, evidencia que la región prioriza soluciones probadas y de rápida implementación para enfrentar las crecientes presiones sobre los sistemas de disposición final.

Las tecnologías de mayor sofisticación, como la gasificación, el biodiésel, la fermentación alcohólica, la cogeneración y el co-procesamiento, registran una presencia limitada, lo que revela barreras asociadas a financiamiento, disponibilidad de infraestructura y capacidades técnicas. Esta baja diversificación tecnológica

sugiere la necesidad de impulsar políticas de innovación, fortalecimiento institucional y cooperación regional que permitan avanzar hacia modelos de valorización más eficientes y alineados con los principios de economía circular.

Los proyectos relevantes demuestran beneficios ambientales directos y medibles, como la reducción de emisiones de metano, la disminución de lixiviados y la generación de energías renovables, contribuyendo así al cumplimiento de los compromisos climáticos regionales e internacionales.

Además, estas iniciativas generan impactos sociales significativos al crear empleo, impulsar programas educativos y modernizar servicios públicos, fortaleciendo el vínculo entre infraestructura ambiental y bienestar comunitario. No obstante, persisten desafíos relacionados con el financiamiento, la normativa y la aceptación social. A pesar de ello, la región cuenta con un potencial claro para escalar soluciones Waste to Energy, transformando los residuos en un recurso estratégico para el desarrollo sostenible y una mejor calidad de vida.

La transformación del sector de residuos en ALC está avanzando mediante iniciativas que conectan innovación, inversión y sostenibilidad. Proyectos como Too Good to Waste, Algramo y The Yield Lab Latam demuestran que la transición hacia un modelo circular puede impulsarse desde múltiples frentes: desde la reducción de emisiones de metano mediante valorización energética, hasta la disminución de residuos plásticos con nuevos modelos de consumo y el fortalecimiento tecnológico del sector agroalimentario. Estas iniciativas confirman que la economía circular y el Waste to Energy no solo son ambientalmente necesarios, sino también viables y estratégicos para el crecimiento económico, la seguridad energética y la calidad de vida en ALC.

Bibliografía

- Beng. (septiembre de 2025). *Uberlândia Landfills I and II*. Obtenido de <https://beng.eng.br/es/proyectos/item/uberlandia-landfills-i-and-ii>
- BID. (2015). *Situación de la gestión de RESIDUOS SÓLIDOS en América Latina y el Caribe*.
- BID. (2023). *Too Good to Waste, iniciativa para mitigar emisiones de metano generadas de los residuos en América Latina y el Caribe*.
- BID. (septiembre de 2025). *BID Lab y Climate-KIC capacitan aceleradores climáticos en América Latina y el Caribe*. Obtenido de <https://www.iadb.org/es/noticias/bid-lab-y-climate-kic-capacitan-aceleradores-climaticos-en-america-latina-y-el-caribe>
- BID. (septiembre de 2025). *Proyecto Termo – APP de la Ciudad de México para la conversión de residuos sólidos urbanos*. Obtenido de royecto Termo – APP de la Ciudad de México para la conversión de residuos sólidos urbanos.
- Billi, A. U. (2020). *Seguridad hídrica y energética en América Latina y el Caribe: definición y proximación territorial para el análisis de brechas y riesgos de la población*. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Correal, M. &. (2023). *Too Good to Waste, iniciativa para mitigar emisiones de metano generadas de los residuos en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- EMAC EP. (septiembre de 2025). *Complejo de Desarrollo Humano y Ambiental Pichacay*. Obtenido de <https://emac.gob.ec/complejo-de-desarrollo-humano-y-ambiental-pichacay/>
- Installed capacity of renewable municipal waste energy in Latin America and the Caribbean from 2015 to 2024*. (2025). Obtenido de Statista: https://www.statista.com/statistics/1618511/lac-renewable-municipal-waste-energy-capacity/?utm_source=chatgpt.com
- Ministry of Climate Resilience, The Environment & Renewable Energy Grenada. (septiembre de 2025). *Solid Waste*. Obtenido de Challenges and Opportunities: <https://climateresilience.gov.gd/solid-waste/>
- OLADE. (2024). *Panorama Energético de América Latina y El Caribe*.
- ONU. (septiembre de 2025). *Aumenta la generación de residuos en América Latina y el Caribe mientras 145.000 toneladas aún se disponen de forma inadecuada cada día*. Obtenido de <https://www.unep.org/es/noticias-y>

reportajes/reportajes/aumenta-la-generacion-de-residuos-en-america-latina-y-el-caribe

ONU Medio Ambiente. (2018). *Perspectiva de la Gestión de Residuos en América Latina y el Caribe*. Panamá.

P. Lisboa a, S. P. (2023). Waste to energy: Trends and perspectives. *ELSEVIER*.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2023). (septiembre de 2025). *La empresa innovadora en Chile que redefine nuestra dependencia con el plástico*. Obtenido de <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/la-empresa-innovadora-en-chile-que-redefine-nuestra-dependencia>

Salehmin, M. N. (2024). Bioenergía sostenible a partir de efluentes de plantas de aceite de palma: avances en ingeniería upstream y downstream con evaluación tecnoeconómica y ambiental. *Revista de química industrial e ingeniería*, 122–147.

Secretaría Distrital de Ambiente Colombia. (septiembre de 2025). *Planta de termovalorización de Bogotá: qué es y cómo funciona*. Obtenido de Planta de termovalorización de Bogotá: qué es y cómo funciona.

The Yield Lab. (septiembre de 2025). *The Yield Lab*. Obtenido de <https://theyieldlablatam.com/es/nosotros/>

UNEP. (septiembre de 2025). *Zero Waste in the Caribbean: New Ways, New Waves*. Obtenido de Zero Waste in the Caribbean: New Ways, New Waves.

World Bank Group. (2018). *WHAT A WASTE 2.0 A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*.



ORGANIZACIÓN
LATINOAMERICANA Y
CARIBEÑA DE ENERGÍA

LATIN AMERICAN AND
CARIBBEAN ENERGY
ORGANIZATION

ORGANIZAÇÃO
LATINO-AMERICANA E
CARIBENHA DE ENERGIA

ORGANISATION
LATINO-AMÉRICAINE ET
CARIBÉENNE D'ÉNERGIE