

Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador

Departamento de Asuntos Públicos

Convocatoria 2021-2022 (Modalidad Virtual)

Tesina para obtener el título de especialización en Liderazgo, Cambio Climático y Ciudades

Análisis de los modelos para la gestión de residuos orgánicos como estrategias de mitigación al cambio climático: experiencias en el Distrito Metropolitano de Quito y Bogotá, 2019-2020

Gabriela Geovana Obando Moreno

Asesor: Marcela Aguirre Clavijo

Lector: Pedro Carrasco Loyola

Quito, mayo de 2022

## **Dedicatoria**

Se lo dedico a todas aquellas personas que creyeron en mí, en mis capacidades y en mi potencial, especialmente a mi ángel del cielo. Mi abuelito Alfonso.

## **Epígrafe**

Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado. Un esfuerzo total es una victoria completa.

—Gandhi

## Tabla de contenidos

Resumen .....	VI
Agradecimientos.....	IX
Introducción .....	1
Capítulo 1 .....	6
Marco analítico.....	6
1.1 Estado del arte temático.....	6
1.2 Marco conceptual .....	9
1.2.1 El metabolismo urbano: una discusión sobre el crecimiento poblacional, la sostenibilidad y la economía circular .....	9
1.2.2 Gestión y clasificación de los residuos sólidos urbanos y su vínculo con el cambio climático a nivel mundial .....	13
1.3 Marco metodológico .....	17
1.3.1 Método .....	17
1.3.2 Técnicas.....	18
1.3.3 Instrumentos de levantamiento de información .....	19
Capítulo 2 .....	21
Estudio de caso.....	21
2.1 Contextualización del caso y sus particularidades .....	21
2.1.1 Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador.....	21
2.1.2 Bogotá, Colombia.....	26
2.1.3 Técnicas de aprovechamiento de residuos orgánicos.....	29
2.2 Resultados de la aplicación de la estrategia metodológica.....	33
Conclusiones .....	43
Lista de abreviaturas.....	45
Anexos.....	46
Lista de referencias.....	54

## **Ilustraciones**

### **Figuras**

Figura 1.1 Comparación entre metabolismo lineal y circular .....	11
Figura 1.2 Diagrama para un adecuado aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos .....	17
Figura 2.1 Mapa geográfico del Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador .....	22
Figura 2.2 Sistema de recolección mecanizada.....	24
Figura 2.3 Sistema de recolección mecanizada soterrada .....	25
Figura 2.4 Operación técnica del programa “Quito a Reciclar” .....	25
Figura 2.5. Mapa geográfico de Bogotá, Colombia .....	27
Figura 2.6 Actores clave intervinientes en modelos de gestión de RSU caso Quito/Bogotá... 34	

### **Tablas**

Tabla 2.1. Técnicas de aprovechamiento de residuos orgánicos.....	31
Tabla 2.2 FODA del programa “Quito a Reciclar” .....	37
Tabla 2.3 Líderes en gestión de residuos orgánicos en el DMQ.....	38
Tabla 2.4 Cantidad anual aproximada de materia orgánica recuperada.....	39
Tabla 2.5 Desafíos enfrentados por cada proyecto .....	40
Tabla 2.6 Vías de motivación a la población para una adecuada gestión de RSU.....	40
Tabla 2.7 Herramientas de política pública a emplearse para fortalecer la gobernanza local y/o nacional .....	41

## **Declaración de cesión de derecho de publicación de la tesina**

Yo, Gabriela Geovana Obando Moreno, autora de la tesina titulada “Análisis de los modelos para la gestión de residuos orgánicos como estrategias de mitigación al cambio climático: experiencias en el Distrito Metropolitano de Quito y Bogotá, 2019-2020” declaro que la obra es de mi exclusiva autoría, que la he elaborado para obtener el título de especialización en Liderazgo, Cambio Climático y Ciudades concedido por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador.

Cedo a la FLACSO Ecuador los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, bajo la licencia Creative Commons 3.0 Ecuador (CC BY-NC-ND 3.0 EC), para que esta universidad la publique en su repositorio institucional, siempre y cuando el objetivo no sea obtener un beneficio económico.

Quito, mayo de 2022



---

Gabriela Geovana Obando Moreno

## Resumen

Se argumenta que las ciudades de Quito y Bogotá no cuentan con un modelo de gestión que atiendan a los residuos sólidos orgánicos. Sus esfuerzos se han concentrado en principio a los residuos sólidos reciclables. Sin embargo, pueden encaminar sus agendas de desarrollo hacia la transición ecológica en la medida que incorporen modelos de gestión integral de residuos sólidos urbanos. La literatura señala que, si bien el crecimiento poblacional en las ciudades cada vez es mayor, al ser centros que ofrecen mejores oportunidades para el desarrollo de la vida; también son responsables de sus desechos. El metabolismo lineal que todavía rige a las ciudades devela hábitos de consumo y generación de residuos desmedidos, a tal punto que los rellenos sanitarios no dan más cabida. Los gases de efecto invernadero que emanan en su proceso de descomposición se constituyen en un importante pasivo ambiental que necesita atención.

En este sentido, la pregunta de investigación buscó conocer los modelos de gestión de residuos orgánicos en las ciudades de Quito y Bogotá. El objetivo general que sirvió de guía para esta investigación fue el describir las características estructurantes de los estilos de gestión de residuos orgánicos, como instrumento de mitigación al cambio climático aplicados a las ciudades en mención para el periodo 2019-2020. Como resultado se encuentra que, en ambos casos, se cuenta con un modelo de gestión establecido únicamente para residuos sólidos reciclables tales como: papel, cartón, plástico, entre otros, más no se han incluido a los residuos orgánicos. Siendo necesaria una visión más abarcadora a fin de brindar a los ciudadanos un servicio de calidad, integral, sostenible y eficiente en todos los sectores y niveles administrativos que componen a las ciudades.

En cuanto al caso del Distrito Metropolitano de Quito, hasta la fecha se han delineado planes e iniciativas que aún están en fase de diseño y análisis. Se resalta que tan sólo se da la recolección diferenciada de materia orgánica en uno de los 54 mercados de frutas y verduras frescas de la capital ecuatoriana. En la línea de recolección especializada, se encontró que en Quito existen cuatro proyectos líderes que trabajan de forma autónoma y sin apoyo del gobierno local: “Ayllu”, “Agrovivas”, “Entrejardices Ec” y “Fundación Sembres”. Según datos proporcionados, en conjunto estarían recuperando aproximadamente 300 ton/ anuales de materia orgánica. Por lo que, gracias a sus labores se los cataloga como actores estratégicos dentro de la cadena de gestión de residuos orgánicos. Recientemente el gobierno local ha

anunciado el inicio de estudios de línea base para el diseño de un plan para la gestión integral de residuos.

Con respecto al caso de Bogotá los resultados indican un cierto grado de avance en los procesos. El gobierno subnacional inició en mayo de 2021 la operación de un nuevo modelo de gestión de residuos sólidos urbanos que contempla plásticos, materiales de construcción y residuos orgánicos con su debida separación desde la fuente. Esta dependencia además proyecta implementar una planta de tratamiento que utilice técnicas de compostaje, lombricultura, biogás y silos.

## **Agradecimientos**

Este período académico me permitió avanzar con una de mis metas académicas. Aunque ha sido una época un tanto desafiante por las condiciones de pandemia, mis capacidades y anhelos me motivaron. A todas y cada una de las personas y entidades que impulsaron este proyecto. En primer lugar, agradecer a Dios por la oportunidad de superación profesional. A mi familia, principalmente mis padres y hermana quienes me apoyaron en todo sentido de principio a fin. Mi especial gratitud al equipo que colaboró en la fase de campo de la investigación: Viviana Rocha, Legny Vivas, Daniela Suárez y Sebastián Chiriboga, quienes desinteresadamente aportaron con sus conocimientos y experiencia en su labor como gestores ambientales independientes de residuos orgánicos. Al mismo tiempo, agradecer al Ing. Ramiro Morejón, coordinador del proyecto de Buenas Prácticas Ambientales de la Secretaría de Ambiente del Municipio de Quito por su cordial atención y sustento con insumos de interés. De igual forma, al cuerpo docente y administrativo de la especialización por su acompañamiento, en especial a la asesora de esta tesina Marcela Aguirre por la retroalimentación para el desarrollo de este trabajo. Al final, pero no menos importante, a mi compañera Geovanna Polo por el soporte brindado.

## Introducción

La presente tesina se realiza en el marco de la Especialización Liderazgo, Cambio Climático y Ciudades promoción 2021-2022. Su orientación es en la línea de investigación de “Cambio climático en contextos urbanos”. Este apartado se divide en dos secciones, la justificación del problema y los propósitos de investigación junto a un perfil de la metodología. En cuanto a la problematización se realiza una breve discusión alrededor de la gestión de residuos sólidos urbanos (RSU), orgánicos e inorgánicos y su vínculo con el cambio climático (CC).

En primer lugar, el CC es una de las principales crisis que enfrenta la humanidad. La ruptura del equilibrio del planeta se debe al aumento en la concentración de los gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera. Los eventos climáticos anormales son más frecuentes y severos. Los efectos se vinculan a la frecuencia y severidad de olas de calor, frío extremo, aumento en el nivel del mar y su acidificación, incendios forestales, derretimiento de glaciares, precipitaciones. Ante tal encrucijada, en los próximos años serán decisivas las medidas de adaptación, mitigación y resiliencia socioambiental que reduzcan los efectos debilitantes de este fenómeno sobre la calidad ambiental (Barcena *et al.* 2020, 43-50).

En segundo lugar, la ciudad es uno de los principales impulsores de la crisis climática actual. Las urbes son responsables del 70 % de emisiones mundiales de GEI debido a los hábitos de consumo propios del modelo de producción capitalista (ONU 2019). Desde hace cerca de 50 años las ciudades son el hábitat que concentra a gran parte de la población mundial. Esto se debe a que ofrecen mayores oportunidades de desarrollo educativo, tecnológico y profesional. Una de las consecuencias de la actividad antrópica es la multiplicación de amenazas ambientales. Por lo que las urbes juegan un doble papel ante el CC. Si bien contribuyen en la generación de GEI, también son epicentros de actividades innovadoras para la adaptación, mitigación y resiliencia (National Academy of Sciences 2021).

En este contexto la gestión de RSU a nivel global enfrenta un importante desafío. Su producción se ha incrementado mientras su gestión se ha convertido en un proceso insostenible. Esto, debido a varios factores, entre los principales, el crecimiento poblacional acelerado (Saldaña-Durán *et al.* 2013, 26-27; Ahsan *et al.* 2014, 1-2; Espinoza-Quispe *et al.* 2020, 164-166). Así lo corrobora un informe publicado por el Banco Mundial en el 2018 en que se establece que el mundo está abarrotado por más de 2 010 000 000 toneladas de RSU

cuyas proyecciones para los próximos 30 años indican un aumento superior al 70 % con respecto a las cifras actuales. Es decir, lo equivalente a 3 400 000 000 toneladas anuales de desechos a nivel global (Banco Mundial 2018).

Aunque varios de los gobiernos locales de América Latina y el Caribe reportan estrategias de mejora de la recolección de desechos tales como la gestión de los residuos, la ejecución de marcos normativos y programas de culturización ambiental ligados a la participación ciudadana (Abruzese *et al.* 2017, 10-11), causa asombro el hecho de que más de 40 000 000 de habitantes a nivel de la región todavía no reciben el servicio básico de recolección de basura en sus hogares (Atilio *et al.* 2018, 2-3).

En el análisis de esta problemática existe roles diferenciados en agentes privados y públicos. El rango de actores abarca desde el generador de residuos hasta el que aplica estrategias de mitigación de desechos sólidos. Lo que incluye también una serie de actividades encadenadas a la reducción, rechazo, reutilización, compostaje, separación en la fuente, reciclaje, entre otras. En este escenario se ha desarrollado la actuación espontánea de la sociedad civil en iniciativas de mitigación, sin la intervención de un modelo de gobernanza local institucionalizado. De esto se derivan beneficios sociales. La gobernanza ambiental de los gobiernos locales se consolida cuando la ciudadanía está empoderada y es consciente de su papel en la protección socioambiental. Las finanzas municipales pueden lograr ahorros en el gasto de inversión dedicado al sistema de recolección, gestión ambiental y ampliación de la vida útil de rellenos sanitarios (Wainaina *et al.* 2020, 1-2).

En cuanto al tratamiento de los residuos sólidos en las ciudades, persiste el desafío de catalogar a los residuos considerados como basura común. En la perspectiva tradicional se deja de lado el valor y el poder de la economía circular y la transición ecológica. Sin embargo, no todo material orgánico e inorgánico que llega a los rellenos sanitarios es descartable, puede reintroducirse en una cadena de valor dentro del proceso de producción. Existen materiales que son aprovechables en calidad de insumos en el ciclo de vida de las materias primas. Lo que a su vez limita la extracción de nuevos recursos naturales y contribuye a la disminución de GEI (Ellen MacArthur Foundation 2017, Spellman 2022, 21-22).

En esta línea, los residuos orgánicos son la cuarta causa a nivel mundial de emisiones de GEI con el 8 % de emisiones totales (EEA 2020) que potencialmente podrían multiplicarse por tres

para el 2050. Un efecto derivado de esta problemática son las pérdidas y desperdicios de alimentos (PDA), mismas que se ven involucradas en la huella hídrica global puesto que representan la cuarta parte de agua utilizada por el sector agrícola. Cifras recientes alertan que una quinta parte de alimentos en todo el mundo termina en la basura. América Latina y el Caribe (ALC) desperdicia productos comestibles cerca de 127 000 000 de toneladas cada año y 348 000 toneladas diarias, siendo responsable del 34 % de desperdicios de alimentos a nivel mundial; lo que equivale a 223 kg per cápita. Cantidades suficientes que podrían servir para nutrir a 42,5 000 000 de personas que sufren sub-alimentación aguda en la región y erradicar la desnutrición (Ruiz, Moreno y Suárez 2019, 5-6).

En Ecuador y Colombia se estima el promedio anual de desperdicio de alimentos por persona en 72 kg y 70 kg respectivamente (Coba 2021). El desecho ocurre no solo dentro de los hogares sino también se lo evidencia en otras áreas de la vida de las ciudades como centros comerciales, restaurantes, unidades educativas, centros de entretenimiento, mercados, entre otros. Aunque las entidades públicas y privadas son actores fundamentales en la gestión de residuos orgánicos, todavía pueden cobrar mayor protagonismo en la sostenibilidad de la cadena alimenticia, tal es el caso de la obtención del humus o el compost en la huerta urbana.

Desde el lado de la cooperación multilateral se aprecia iniciativas como la del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) que, entre sus líneas prioritarias establece el cambio climático y sostenibilidad ambiental. En particular, con el objetivo de disminuir las PDA ha desarrollado la plataforma #SinDesperdicio, la que promueve cuatro áreas de actividades:

1. Financiamiento de proyectos innovadores y planes piloto con tecnologías que apunten a la reducción de PDA.
2. Políticas públicas y leyes de donación que propendan la reducción de PDA y el aprovechamiento de estos.
3. Estudios diagnósticos en cadenas alimenticias e identificación de fallas de mercado.
4. Consumo responsable con el fortalecimiento de programas y campañas educativas.

Las PDA se producen principalmente con alimentos perecederos como legumbres y fruta, las que se pierden en un 50 % transfiriéndose a lo largo de la cadena productiva de la siguiente manera: las fases de producción (28 %), manejo y almacenamiento (21 %), procesamiento y

empaquetado (6 %), distribución y mercadeo (17 %) y consumo (28 %) (Ruiz, Moreno y Suárez 2019, 6).

Por otra parte, es conveniente acotar que ciudades latinoamericanas como Quito y Bogotá cuentan con Planes de Acción Climática 2020-2050 compatibles con el Acuerdo de París, ratificando su compromiso de mantener la temperatura media global por debajo de 1,5 °C y alcanzar la neutralidad de carbono para el año 2050. Tales urbes se han propuesto una hoja de ruta con actividades de ambición climática con el objetivo de reducir la emisión de GEI, con propuestas de mitigación en cuanto a gestión de RSU (Secretaría de Ambiente Quito 2021; Ramírez 2021). Para el caso de Quito se ha propuesto una reducción de GEI del 10 % para el año 2023 y un 30 % al 2030 (Secretaría de Ambiente Quito 2021). Por su parte Bogotá se ha planteado metas aún más ambiciosas al tratar de reducir sus emisiones al 15 % para el año 2024 y un 50 % al 2030 (Ramírez 2021).

De lo expuesto se concluye que una de las problemáticas a nivel mundial que deben captar la atención de la sociedad es el vínculo entre la gestión de residuos orgánicos y sus consecuencias en el cambio climático. Estas se refuerzan entre sí, afectando paulatinamente tanto a las personas como al ecosistema en donde se desarrolla la vida. En este sentido, es urgente la intervención en conjunto de gobiernos internacionales, nacionales y locales, pues jugarán un rol decisivo en el futuro de la humanidad. En conocimiento de que aún existen brechas entre aquellos que contaminan con aquellos que actúan frente al problema, este documento sostiene que cada persona puede hacer cambios al adoptar una cultura ambiental.

Es eminente la necesidad de estudios que pongan de manifiesto estrategias que puedan ser adoptadas por los gobernantes en torno a la modificación de sus políticas públicas (PP) que continúan asumiendo al relleno sanitario como una solución única y “sostenible” a los RSU. El problema al que se hace referencia es vigente porque tanto Quito como Bogotá exhiben una tendencia creciente en su población enlazada a otros fenómenos sociales propios de la urbanización. Una vez expuesta la justificación, ahora se pasa a revisar el propósito de esta investigación.

El objetivo del presente estudio es describir las características estructurales de los modelos para la gestión de residuos orgánicos como estrategia de mitigación al cambio climático, que se hayan implementado en el Distrito Metropolitano de Quito - Ecuador y el Distrito Capital

de Bogotá - Colombia para el periodo 2019-2020. La pregunta general es: ¿Cuáles son las características de los modelos para la gestión de residuos orgánicos como estrategia de mitigación al cambio climático implementados en el Distrito Metropolitano de Quito y Bogotá 2019-2020? Mientras que los objetivos específicos son:

1. Identificar las características de los modelos para la gestión de residuos orgánicos como estrategia de mitigación al cambio climático de Quito y Bogotá.
2. Establecer las características estructurales y/o buenas prácticas que comparten los modelos para la gestión de residuos orgánicos de Quito y Bogotá.
3. Generar propuestas de mejora dentro de las políticas de gestión de residuos sólidos, con énfasis en el caso de los residuos orgánicos del Distrito Metropolitano de Quito.

En cuanto a la metodología se empleó dos enfoques, el cualitativo y el cuantitativo, es decir metodología mixta. Entre las técnicas de recolección de datos se empleó revisión bibliográfica principalmente de fuentes secundarias y oficiales tales como los registros administrativos, mapeo de actores involucrados, casos de estudio con relación al tema central de la presente investigación y entrevistas a profundidad basadas en un cuestionario guía como instrumento. En la sección del marco metodológico se aborda con mayor detalle los alcances del método, la técnica y los instrumentos de recolección de información, así como también en el anexo 3 se detalla la matriz analítica de este estudio.

El documento consta de tres capítulos. En el primero se aborda el marco analítico con atención a la gestión de RSU y el CC. Además, en el marco conceptual se trata el crecimiento poblacional y metabolismo urbano en relación con la sostenibilidad y economía circular. Mientras en el marco metodológico se aborda los alcances de una metodología mixta. En el segundo capítulo se contextualiza las áreas de estudio, así como también devela las técnicas de gestión y aprovechamiento de residuos orgánicos. También, se expone los resultados de la aplicación del marco metodológico. Finalmente, se presentan las conclusiones de la tesina.

## **Capítulo 1**

### **Marco analítico**

En este capítulo se presenta el marco analítico que consta de tres partes, el estado del arte temático, el marco conceptual y el marco metodológico. En el primero se describen de manera sucinta estudios de aprovechamiento de residuos orgánicos junto con investigaciones de propuestas de mejora en el modelo de gestión ambiental. En el segundo acápite se acude a los postulados teóricos acerca de la conjugación del crecimiento poblacional y el metabolismo urbano en las ciudades, esto es, la interacción de los entornos urbano y natural, y su influencia en el pensamiento en torno a la sostenibilidad como en economía circular. Adicionalmente, se hace una descripción de la gestión y clasificación de los RSU y relación al CC. Finalmente, en el tercer acápite se plantea una estrategia metodológica mixta para atender el problema de gestión de residuos orgánicos en las ciudades estudio de caso.

#### **1.1 Estado del arte temático**

En esta sección se presenta una revisión sobre investigaciones y trabajos acerca de la gestión de los residuos orgánicos, su aprovechamiento y revalorización como proceso de mitigación al CC. Un dato de partida es que en América Latina tan solo el 2 % de materia orgánica es recuperada para su gestión, en tanto que el 98 % restante, termina en los rellenos sanitarios a cielo abierto (Jaramillo y Zapata 2008, 31-32). Por eso, el hecho de comprender que los residuos orgánicos son un problema a nivel mundial cobra importancia en investigadores que ansían dar una solución a este inconveniente a través del desarrollo de proyectos innovadores.

En estudios recientes como el de Hincapié (2017) se investiga los residuos orgánicos que se generan en el complejo habitacional La Herradura – Moraiva, Colombia y su potencial energético a partir de la capacidad del biogás de los residuos orgánicos y su posterior conversión. Este estudio arrojó resultados importantes como la producción de 205 mililitros (ml) de biogás por gramo de residuo orgánico. Lo que equivale a 1 198 ml mensuales, todo esto proveniente del rescate de 5 832 kg de residuos orgánicos producidos durante un mes en el complejo habitacional comprendido por 180 departamentos residenciales. Estas cifras traducidas al potencial energético constituyen la generación de 1 856 kilovatios al mes (kW/mes) o 0,32 kilovatio por hora (kW/h) por kilogramo de residuos orgánicos (Hincapié 2017, 95-96).

Otros trabajos apuntan a los tipos de gestión de los residuos orgánicos generados en mercados abastecedores de frutas y verduras, uno de los sectores directamente vinculado a la problemática en cuestión. Este caso lo indica (Papaqui 2020) quien propuso un modelo de gestión sostenible para el mercado municipal de Santiago Tianguistenco, estado de México, a través de la técnica de vermicompostaje para la obtención de materia prima (humus de lombriz) como insumo del sector agrícola y recuperación de alrededor de cuatro toneladas de residuos orgánicos.

Para este mercado de frutas y verduras se planteó un modelo de gestión por cuatro fases: la separación en la fuente, la recolección de materia orgánica dispuesta en contenedores especiales ubicados en cada punto de generación de orgánicos, el tratamiento propiamente dicho a través de cinco subfases (trituration de residuos orgánicos, composteras, aplicación de lombrices a composteras, así como tamizaje del humus de lombriz y envasado), y comercialización. Adicionalmente, consideró central el fortalecimiento de la educación ambiental en los moradores de la zona de influencia del proyecto (Papaqui 2020, 102-110).

Por su parte, Gallego (2019) propuso un modelo de gestión de recuperación de residuos orgánicos en una plaza de mercado de frutas y verduras en el Municipio de Facatativá, Cundinamarca en Colombia, en donde también se propone la técnica de vermicompostaje y obtención de humus de lombriz como fertilizante orgánico de alta calidad. Con ello, se aporta a la seguridad alimentaria de los ciudadanos puesto que este derivado puede elevar la productividad de cultivos de alimentos de primera necesidad.

Este modelo de gestión incluye tres fases: separación en la fuente, centros de transferencia y recolección y transporte en un carro recolector exclusivo para residuos orgánicos y así evitar contaminación con otros residuos reciclables hacia el vermicompostador. El que estaría dotado de 20 camas procesadoras. Se estima que entre los resultados post gestión de residuos orgánicos que se obtendría el 40 % de vermicompost o el equivalente a 2,4 toneladas (ton) y 750 litros (l) de humus líquido por cama en una línea de tiempo trimestral.

En vista de que no solo los mercados de frutas y verduras contribuyen a esta problemática, sino también la hacen los domicilios, para Jantz y Ruggerio (2021) consideraron investigar sobre el tratamiento de los residuos orgánicos domiciliarios como estrategia para la mitigación del impacto ambiental negativo social y ambiental de la gestión de RSU. Su estudio se

concentró en la ciudad metropolitana de Malvinas en Argentina y en escenarios alternativos de gestión de residuos orgánicos, que apuntan al compostaje en el domicilio y una planta de tratamiento para la estabilización del compost.

Entre sus conclusiones están la disminución de emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) entre el 4 % y 19 % (según los escenarios propuestos en su estudio) debido a que los carros recolectores de residuos, se desplazan menos distancias y gastan menos combustible gracias a la ejecución de compostaje en el hogar y separación de residuos reciclables. Al mismo tiempo que se confirma el aumento de la vida útil de rellenos sanitarios debido a la disminución de residuos sólidos que llegan a disposición final (Jantz y Ruggerio 2021, 22-23).

Por otro lado, el poder de los residuos orgánicos llega incluso a industrias de la construcción, puesto que se propone el remplazo del cemento por cenizas de aceituna. Así lo demuestra estudios como los de Gómez (2021) que, si bien por el momento se abordan proyectos piloto en las Universidades Politécnica de Valencia y Estadual Paulista comprobando su seguridad en temas de construcción, ya arrojan resultados interesantes. La resistencia de 300 kilogramo por centímetro cuadrado (kg/cm<sup>2</sup>) por bloque gracias a ensayos de compresión usando 20 % de cenizas de aceituna y 80 % de residuos de fundición de metalúrgicos.

Además de bloques de cemento, humus, vermicompost, biogás, también se puede obtener materia prima como abono líquido de frutas. El estudio de Espino (2019) analizó la aceptación de un abono líquido sostenible y amigable con el ambiente, elaborado con residuos orgánicos provenientes de mercados municipales de la ciudad de Moshoqueque, Perú. Su investigación determinó, además, potenciales consumidores provenientes de invernaderos de la ciudad para embellecer a la flora y espacios verdes de parques y jardines públicos.

Estudios con relación a los residuos orgánicos a nivel internacional reportan diversidad de información como ya se ha detallado con antelación. Sin embargo, a nivel nacional la disponibilidad de reportes de acceso abierto causa preocupación. Los estudios son escasos o casi nulos. Peso a esto, se destacan dos investigaciones recientes. La una versa sobre un proyecto de factibilidad para creación de la empresa dedicada a la producción de energía alternativa a partir de desechos y residuos sólidos en el norte de la ciudad de Quito al año 2018, administración zonal La Delicia, en el barrio La Josefina (Varea 2018) y otra investigación que se relaciona con el aprovechamiento energético de la biomasa residual, el

caso de producción de biogás a partir de los restos de comida de las unidades habitacionales en que residen estudiantes de la Universidad de Guayaquil junto a su grupo familiar (Coello *et al.* 2021).

Para cerrar esta sección, de las investigaciones revisadas se concluye que en conjunto apuntan hacia la separación en la fuente y el aprovechamiento de residuos orgánicos desde diferentes sectores de la economía tales como residencial, del comercio minorista y mayorista de mercados de víveres, entre otras, todos creados con el objetivo de disminuir la cantidad de gases de GEI que afectan la atmósfera, así como instaurar y visibilizar a la economía circular como una media sostenible de manejo y transición ecológica. Sin más que agregar ahora se aborda el marco conceptual del presente estudio.

## **1.2 Marco conceptual**

En esta sección se estudia una perspectiva teórica y su apreciación sobre una categoría conceptual de interés para esta tesina. En particular, se aborda temas como el metabolismo urbano y su vínculo con la problemática del crecimiento poblacional. Además, la gestión de residuos sólidos urbanos y el cambio climático (CC) a nivel mundial, finalizando con tipos y caracterización de los residuos; lo que a su vez dará paso al siguiente acápite del marco metodológico.

### **1.2.1 El metabolismo urbano: una discusión sobre el crecimiento poblacional, la sostenibilidad y la economía circular**

El término de metabolismo urbano existe desde el año 1965. El autor del artículo “El metabolismo de las ciudades” (Abel Wollman) describió por primera vez una definición en donde se asemeja a las ciudades con los ciclos de los seres vivos. Es decir, que se generan, se desarrollan, aumentan su tamaño y que en algún instante morirán. Además, busca comprender el porqué de la disminución en la calidad de recursos naturales como el agua y aire en centros urbanos de América del Norte, junto a la cuantificación y cualificación de flujos de energía y materiales dentro de las ciudades (Wollman 1965, 179-180).

Esta teoría socioecológica alude a la existencia de un sistema lineal en las ciudades que comprende el uso y dependencia de recursos vitales provistos por la naturaleza, la generación de residuos y la gestión de estos. A la par de las variaciones y dependencias del sistema urbano-ecosistema, en donde deben coexistir procesos de resiliencia para que la ciudad

funcione adecuadamente (Díaz 2020, 4-5). Con el pasar de los años esta teoría cobra fuerza y más autores van reafirmando su connotación hacia el crecimiento urbano, mayor producción de energía y eliminación de residuos producto de la suma de procesos técnicos y socioeconómicos en que fluctúa la vida de las ciudades (Kennedy *et al.* 2007, 44-45; MacKillop 2014).

De lo explicado se extrae la relación moderna entre la sociedad y la naturaleza, misma que ha venido trayendo consigo grandes repercusiones ambientales a lo largo de la historia. La humanidad ha generado grandes problemas ambientales apremiantes debido a su modo de producción y consumo. El concepto de metabolismo urbano subraya la relación entre el ser humano y el ecosistema. Al contrario de una visión tradicional en que la economía es un sistema cerrado al ingreso de materia y energía; en esta, es un sistema con un ciclo abierto al ingreso de materia y energía (*inputs* biofísicos) y la salida de residuos (*outputs* biofísicos) (Murray 2005, 215-216).

La drástica incidencia del ser humano sobre la naturaleza sintetiza la era del Antropoceno. La economía neoclásica acuña entre sus supuestos la existencia de un planeta infinito, con capacidad ilimitada para ser resiliente, pero sin tomar en cuenta el impacto ambiental que estos *inputs* y *outputs* biofísicos provocan. Es decir, los efectos de las actividades humanas son acumulativos. Por lo que se precisan acciones más decididas (Fernández 2012, 24-27).

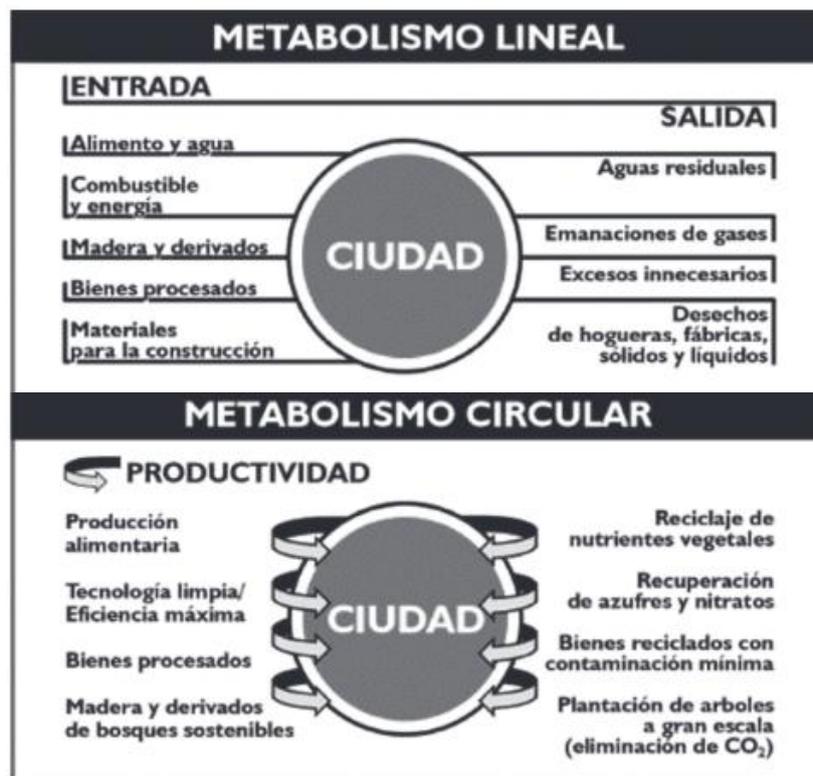
La justicia ambiental aclara que tal incidencia no surge de manera equitativa por cada persona, ni sucede por igual en todas las regiones del mundo. Las grandes potencias mundiales son las que producen mayor contaminación ambiental, y a su vez, pueden enfrentarse de mejor manera al CC debido a su poder económico y político como a la alta capacidad de asumir medidas de adaptación y mitigación. Esto, a diferencia de aquellos países en vías de desarrollo, los que no aportan al calentamiento global en igual magnitud ni proporción que los primeros. No tienen las condiciones, la tecnología ni los recursos suficientes para demostrar su resiliencia socioambiental frente a cambios ambientales drásticos. Estas son desigualdades evidenciadas con suficiencia por la ciencia (Fernández 2012, 30-31).

Ante la emergencia de tales divergencias, la sociedad se pregunta qué y cómo hacer para afrontar dos caras de la misma moneda. Una respuesta tentativa ante esta necesidad es la

intervención pública a partir de un sistema circular insertado dentro del funcionamiento de las ciudades. Para esta visión se debe dejar de lado la concepción lineal que ha caracterizado la sociedad contemporánea en que el sistema económico es una interfase de extracción, producción, uso y desecho (Ellen MacArthur Foundation 2020).

Esto significa, revalorizar a la “basura” que se genera, reincorporar los flujos de materiales y energía potencialmente reciclables a la cadena de valor y generar una nueva materia prima bajo el criterio de reutilización inteligente (Kalmykova, Sadagopan y Rosado 2018, 1-2; Korhonen, Honkasalo y Seppälä 2018, 37-38). De esta manera se pasa a una concepción de residuos como recursos útiles, mas no como desechos (Desing *et al.* 2020, 1-4). A la par, se obtiene la ventaja de un crecimiento económico que va de la mano con la sostenibilidad ambiental (figura 1.1) (Leet 2014, 1-2).

Figura 1.1 Comparación entre metabolismo lineal y circular



Fuente: González, D (2013,17-18).

Bajo el enfoque de CC en contextos urbanos, resulta importante abordar el desafío del crecimiento territorial. Desde la Revolución Industrial hasta nuestros días, las ciudades se han multiplicaron a raíz de la mayor demanda y fueron transformando el estilo de vida de toda

persona que llegaba desde el campo en búsqueda de un mejor futuro. Un resultado de la búsqueda desenfadada por lograr un estilo de vida urbano hizo que la humanidad sobrepasara los límites y capacidad de carga del planeta en su conjunto, bajo la premisa de que los recursos y servicios del ecosistema son ilimitados e inagotables.

Desde esta época no existe un equilibrio entre naturaleza y sociedad. Por eso, el desarrollo sostenible del que tanto se habla no se cumple a cabalidad debido a que se satisfacen las propias necesidades, pero a la par se compromete recursos y espacio físico de las generaciones venideras sin establecer cotas de aprovechamiento. Es así como Lee (2007, 49-50) en un estudio menciona que el 60 % de los servicios ecosistémicos mundiales que brinda la naturaleza, se han degradado debido a que se han utilizado de manera irracional comprometiendo gravemente la resiliencia ecosistémica.

Teniendo en cuenta que el mundo es finito, se necesita desarrollar la vida en armonía con la naturaleza, surge la pregunta ¿Cómo lograrlo? Entre las acciones primordiales está el distribuir la riqueza equitativamente en el mundo entero para que los barrios o zonas marginales, tanto urbanas como rurales, tengan las mismas oportunidades de enfrentarse a eventos naturales adversos, así como también posean la capacidad de mitigar y adaptarse al CC. Las soluciones climáticamente naturales no sólo son de interés para las grandes potencias económicas, sino de manera especial para los países con menos posibilidades de acción, pues sufren en mayor medida los estragos ocasionados sobre los bienes públicos globales (Lee 2007, 55-57; Delgado, Campos y Rentería 2012, 21-22; Díaz 2014, 55-57).

La contaminación ambiental está entre los dilemas suscitados por los hábitos de consumo, estilo de vida y la industrialización de las ciudades. Los gobiernos nacionales y locales junto a la ciudadanía aspiran generar medidas de control y regulación hacia las fuentes de emisión. Pues se conoce que todo tipo de contaminación no solo perjudica a quienes se encuentren directamente vinculados, sino que afectan a otras localidades apartadas de las zonas circundantes pues sufren por efecto de los pasivos ambientales (Lee 2007, 50-51).

El despliegue de metas universales realizadas desde 1992 han llamado al cambio radical hacia el desarrollo sostenible. El hito de la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro ha dejado preguntas abiertas para la sociedad: ¿cómo hacerlo de manera amigable con el ambiente?, ¿cómo incidir en la calidad de vida de las actuales y futuras generaciones? o ¿cómo equilibrar

y limitar el extractivismo descontrolado? En el caso de Ecuador, la Constitución Política del 2008 establece el precepto del Buen Vivir, e invita a que todas las personas habitantes del planeta tengan la misma posibilidad de acceder a un “estilo de vida” de simbiosis humano-naturaleza.

Sin embargo, las metrópolis junto a las urbes intermedias son los principales generadores de impactos ambientales puesto que todos los *outputs* (residuos) que se hayan generado en la ciudad, se gestionan en sitios rurales y precisamente los habitantes de estos sectores son los primeros en verse afectados debido a la generación de GEI *in situ*. Toda la periferia y sectores pobres absorben las consecuencias del modelo de desarrollo.

La elegibilidad de sitios destinados a los rellenos sanitarios apunta a sectores o barrios marginales de poblaciones en situación de pobreza. Las condiciones de estas comunidades agravan la contaminación local por efecto de la insalubridad dada la carencia de servicios básicos, hasta la débil cohesión social frente a los impactos ambientales y sociales de proyectos de esta índole. Además, la obtención de la viabilidad técnica de estas iniciativas no siempre va de la mano con la legislación ambiental vigente y esto hace que finalmente el destino de los rellenos sanitarios se convierta en un pasivo ambiental casi imposible de remediar puesto que no cumplen con protocolos de cierre técnico, tampoco se acogen las recomendaciones de auditorías ambientales, mucho menos se ejecutan planes de reparación integral (Solíz *et al.* 2020, 43-44).

Por tanto, entre las vías de solución posibles están los modelos de gestión integrales de RSU. Su meta es aliviar los efectos antes descritos sobre toda la cadena de producción de bienes y servicios, pero también sobre las comunidades. La necesidad urgente de transformar este metabolismo urbano lineal a un metabolismo circular apremia. El ritmo de crecimiento urbano no da señales de detenerse, lo que guarda estrecha relación con los hábitos de consumo y producción de cada habitante e industria. Ahora se pasa a revisar el tema del modelo de gestión general, la clasificación de los RSU y su vinculación con el CC a nivel mundial.

### **1.2.2 Gestión y clasificación de los residuos sólidos urbanos y su vínculo con el cambio climático a nivel mundial**

En vista de que no existe manera alguna de frenar el crecimiento poblacional y consigo los residuos y desechos que se generan dentro del metabolismo en las ciudades, cabe la idea de

una gestión integral de RSU. Este concepto se define como la manera, el camino o la hoja de ruta que se plantean los gobiernos locales para una solución equitativa, eficiente y sostenible junto con la intervención de actores interesados como los de orden institucional, sectorial y/o regional/urbano mediante el establecimiento de una planificación integral. Sin embargo, si esta no cuenta con elementos básicos de gestión como lo son su estructura organizacional propiamente dicha y aspectos técnicos que se lleven a cabo en la práctica, se puede anticipar que los resultados no serán los esperados (Rondón *et al.* 2016, 13-14).

La mayoría de las ciudades gozan de un sistema de recolección de RSU a cargo de los gobiernos locales. Su función es asegurar y garantizar el acceso de toda la población a este servicio básico. Para ello deben confluir las PP y un modelo de gestión eficaz que apunte a la reducción de la generación de residuos, el aprovechamiento de todo material reciclable y que promueva planes de mitigación con la finalidad de reducir emisiones de GEI (Paes *et al.* 2019, 1-2).

El modelo de gestión habitualmente se produce en cuatro fases: generación, recolección/transporte, acopio/transferencia y disposición final (Paul *et al.* 2012, 2018-2020). Desde los años 90 hasta la actualidad, los desechos han sido un compañero a lo largo de entornos cambiantes. Todo el material recogido, termina en un relleno sanitario que poco a poco alcanza su vida útil, alcanzado un límite en su capacidad de acopio y retención. Adicionalmente, todo relleno sanitario a cielo abierto incide en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), contaminación de suelo y agua por lixiviados, olores producidos por la descomposición de materiales y proliferación de enfermedades a través de vectores (Ezeah *et al.* 2013, 1-5).

Siguiendo con la problemática en abordaje, se conoce que a nivel mundial cerca del 4 % de emisiones de GEI se atribuyen a los RSU, dentro de estos, el residuo que mayor incidencia corresponde a los residuos orgánicos debido al volumen de producción y desperdicio (Rojas 2014, 1-2). Esto ocurre debido a que, dentro de su gestión, no se han implementado tecnologías limpias que aseguren un tratamiento sostenible (Mayer *et al.* 2019, 709-710).

Sobre las concentraciones urbanas generan RSU; hoy por hoy, el ciudadano tiene la potestad de “decidir” qué hacer o cómo gestionar todo el material que ha generado. Sin embargo, la concepción común es el manejo de cualquier material de desecho como basura común. A esto

se suma la ausencia de cultura ambiental en cuanto al aprovechamiento y falta de empatía en relación con la fuente de ingreso económico de muchas familias en condiciones precarias que se dedican por necesidad a la recolección de material reciclable, que reviste importancia para la economía circular (Marmolejo *et al.* 2009, 80-81).

Se han planteado diversas estrategias de incentivos para que las personas se sumen a la causa. Sin embargo, su incidencia resulta inadecuada para convertirlo en una medida de mitigación al CC. La situación preocupa aún más puesto que han pasado más de 30 años y tanto la sociedad como el ecosistema siguen soportando esta problemática sin una solución definitiva. Así, por ejemplo, cada vez es más común escuchar sobre las islas de basura en el Océano Pacífico, llenas de materiales y materia orgánica completamente reciclables perjudicando a los ecosistemas terrestres y marítimos (Lebreton *et al.* 2018, 1-2).

A pesar de estudios como el de Diaz *et al.* (2002, 1354-1355) que alertan sobre información poco confiable, como los insuficientes planes o proyectos que apunten a la gestión de residuos en la mayoría de los países en vía de desarrollo; casos como los de Ecuador y Colombia se contraponen a esta afirmación. Tales países se han planteado la meta de transformar su metabolismo urbano, sus programas buscan evolucionar y mejorar la disponibilidad de información veraz y confiable sobre el manejo adecuado de residuos. Así también como en su oferta de programas de carácter educativo sobre la correcta clasificación del material residual.

Si bien es cierto que comúnmente todo aquel material que ya no se lo usa, ha perdido su funcionamiento o es un material que ha quedado inservible, se lo conoce como basura, en la actualidad todo desecho es clasificado y categorizado para marcar la diferencia entre residuo (que se puede volver a utilizar o reciclar) y basura propiamente dicha (irrecuperable). Por ejemplo, existen residuos como los agrícolas, subproductos animales, biodegradables, biomédicos o clínicos, voluminosos, comerciales, químicos, peligrosos, residuos producto del procesamiento del café, compuestos (más de dos materiales), residuos de construcción y/o demolición, electrónicos, alimenticios u orgánicos, inorgánicos, sólidos urbanos, entre otros tipos (Spellman 2022, 3-5).

Para fines de esta investigación se ha tomado en cuenta los RSU orgánicos. Estos se consideran como aquellos que se generan producto de la poda de jardines, restos alimenticios a escala residencial/comercial y el papel a base de celulosa que pueden descomponerse

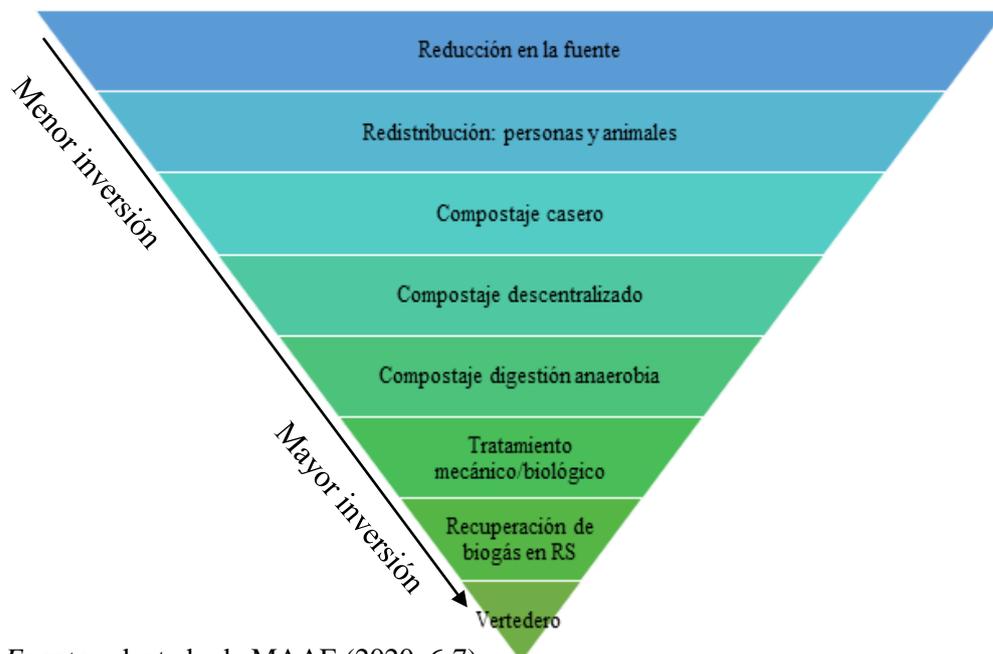
fácilmente por la acción de microorganismos. Estos residuos son susceptibles a ser aprovechados integralmente y de manera sostenible desde la fuente debido a que contribuyen en gran medida al ahorro de recursos naturales, conservación de la energía, reducción de su toxicidad, daño ambiental, y a la par, generar subproductos tales como: fertilizantes, conversión a biocombustibles, alimento para animales, entre otros. Contrariamente a lo esperado, aunque predominan en el grupo de los RSU, no son los más aprovechados de manera apropiada (Spellman 2022, 5-6; Spellman 2022, 20-21).

El uso de todo residuo orgánico contribuye en aspectos económicos y ambientales a la sociedad. Se destacan entre sus beneficios la mitigación de GEI, la generación de fuentes de energía renovables, la conservación de ecosistemas terrestres y acuáticos. Además, contribuyen a aliviar la capacidad de carga de los rellenos sanitarios de las ciudades (André y Cerdá 2006, 75-76; CCA 2017, 9-10).

Para el aprovechamiento integral y sostenible de los residuos orgánicos, se ha insistido en que debe estar compuesto por ciertos procedimientos básicos. Por una parte, está la separación en la fuente en todas sus escalas de uso. En cuanto a las campañas de educación ambiental se precisa una continua capacitación sobre los alcances de una cultura ambiental renovada. Las herramientas por adoptarse incluyen cuñas publicitarias, talleres barriales, distribución de *flyers* informativos, visitas a domicilios. Así también se debe contemplar la intervención de la academia al impartir cursos o carreras afines al tema en estudio y expandir conocimientos en el campo (MAAE 2020, 6-7).

Otro punto importante es la recolección diferenciada de RSU para evitar futuros impactos y daños ambientales difíciles de solucionar, que incluso pueden ser irremediables. La lógica de funcionamiento es la recolección separada entre residuos orgánicos e inorgánicos en horarios y frecuencias diferentes. Lo óptimo es el uso de contenedores debidamente identificados (MAAE 2020, 6-7). En este sentido, se ilustra la forma en cómo se desearía que fuera esta gestión óptima de residuos orgánicos a nivel nacional e internacional. A continuación, se indica en la siguiente pirámide invertida (figura 1.2) algunos modelos de gestión que mejor rendimiento tiene y el subsecuente menor costo de inversión para los gobiernos locales (dirección descendente).

Figura 1.2 Diagrama para un adecuado aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos



Fuente: adaptado de MAAE (2020, 6-7).

De esta sección se concluye que las ciudades denotan cada vez más un crecimiento poblacional muy acelerado, casi incontrolable. Junto con las acciones de consumo y desecho que cada ciudadano genera, el manejo de los RSU sigue siendo insostenible puesto que los gobiernos locales no han apostado por nuevos modelos de gestión que direccionen al aprovechamiento de los residuos orgánicos. En este sentido, implica analizar acciones y criterios de actores clave que están al frente del gobierno central y de aquellos proyectos que se han decidido por dar un tratamiento sostenible e integral de la materia orgánica. A continuación, se detalla el marco metodológico llevado a cabo para la presente investigación.

### 1.3 Marco metodológico

En esta sección se abordan la estrategia metodológica a través de los subacápites del método, las técnicas y los instrumentos de recolección de información que guían este documento.

#### 1.3.1 Método

Para esta investigación no experimental se empleó metodología mixta, es decir, los enfoques cuantitativo y cualitativo. Se conoce que este tipo de investigación se subdivide en diseños transeccionales y diseños longitudinales. Para este caso compete el diseño transeccional, mismo que está comprendido por exploratorios, descriptivos y correlacionales-causales. De los estilos los mencionados, aquel que se más se adapta mejor a los fines de esta investigación

es el transeccional exploratorio por sus características que se dirigen al conocimiento de un contexto en un momento específico y generalmente es aplicado en temas de investigación nuevos o de poco conocimiento (Sampieri 2014, 154-155).

Por su parte, Creswel concibe a este diseño como exploratorio secuencial. El objetivo es explorar un fenómeno, en este caso los modelos de gestión de residuos orgánicos en Quito y Bogotá, para el periodo comprendido entre 2019-2020 como medida de mitigación al CC. Adicionalmente, este diseño se caracteriza tanto por la recopilación como por el análisis de datos cualitativos, seguido por una fase analítica de datos recopilados con enfoque cuantitativos. Sin embargo, se le otorga mayor dominancia al enfoque cualitativo (Creswell 2003, 213-219).

### **1.3.2 Técnicas**

Entre las técnicas seleccionadas están el análisis de fuentes oficiales y secundarias de información de tipo cualitativo y cuantitativo con respeto al modelo de gestión de RSU en ambas ciudades. Esta técnica facilita utilizar estadísticas de fuentes secundarias, contextualizar e interpretar fenómenos con el objetivo de obtener robustez en la fase de campo de la investigación y consolidar creencias (Sampieri 2014, 537-538). Mientras que el mapeo de actores es clave para entender la estructura del modelo de gestión de residuos, analizar roles, funciones y participación de personas, entidades y gobiernos vinculados.

Por otro lado, la identificación de buenas prácticas que se han implementado en la ciudad de Quito se logró gracias a la técnica DELPHI, que apunta al análisis de la opinión de actores clave relacionados al tema de investigación (anexo 1) (Sampieri 2014, 499-450). Para el caso de Bogotá, se hizo un análisis de fuentes secundarias de libre disponibilidad en la web.

Bajo la recomendación de (Neuman 2009; Sampieri y Mendoza 2018, 429-430) en procesos cualitativos y bajo un muestreo por cuotas, se aconseja un perfilamiento de número de sujetos para la muestra. Bajo esta consigna, se han considerado cuatro proyectos candidatos potenciales: “Ayllu”, “Entrejardines Ec”, “Fundación Sembres” y “Agrovivas”. Estos son proyectos sociales privados que lideran la gestión de residuos orgánicos en el DMQ.

Para determinar las estrategias que permitan mejorar la gobernanza local y políticas públicas de la ciudad de Quito, se contó con el aporte de las posturas y opiniones especializadas de

representantes de los cuatro proyectos líderes en gestión de residuos orgánicos en el DMQ. Además, se hizo la revisión integral de la fase de diseño del Programa “Quito a Reciclar”, pues a través de un análisis FODA se puede aproximar sus fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades.

Los procesos cualitativos de una investigación apuntan a una indagación profunda, más no en extender los resultados de la investigación a una población más allá del objetivo de estudio. En este sentido, el muestreo cualitativo es propositivo, la muestra en base a la conveniencia y accesibilidad, dos importantes enfoques con respecto al ambiente dentro de la fase de campo de una investigación (Mertens 2010, 470-471; Sampieri 2014, 382-384). En este sentido resultó pertinente realizar una entrevista semi estructurada a un actor clave dentro de la gestión actual de RSU en el DMQ (Ramiro Morejón N, coordinador de uno de los proyectos de buenas prácticas ambientales) (anexo 2).

Esta forma de muestreo no probabilística y no estandarizada es particularmente conveniente en términos de casos de estudio extensos, donde el investigador tiene la libertad de elegir a sus candidatos a evaluar (Ponce y Pasco 2015, 53-54). Por su parte, el entrevistado puede mostrar dominio del tema sin límite de respuesta (cuando la pregunta lo habilite) con el objetivo de rescatar sus puntos de vista y perspectivas de un tema en concreto (Creswell 2003; Sampieri 2014, 7-8).

Finalmente, tras la recuperación de información obtenida producto de la entrevista, se cuenta con elementos para comentar sobre el qué hacer frente a la generación de residuos orgánicos y su adecuada articulación con el modo de gobernanza local. En esta etapa se propendió a un razonamiento inductivo debido al vínculo entre la teoría y el trabajo de campo y, por ende, facilitar la comprensión de un tema en específico dentro de un contexto social, es decir, realizar un razonamiento de lo particular a lo general (Bryman 2012).

### **1.3.3 Instrumentos de levantamiento de información**

Los siguientes instrumentos fueron el soporte de la investigación para las técnicas y métodos antes señalados. Se hicieron análisis exhaustivos de los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (GEI) tanto para Quito (2015) como para Bogotá (2012) en el sector residuos. Esto permitió conocer la cantidad de emisiones de GEI que produce cada ciudad en términos de RSU basándose en el modelo de gestión de residuos de cada ciudad.

Por otro lado, el Plan Maestro de Gestión Integral de Residuos del DMQ, a través del programa “Quito a Reciclar”, contribuyó al entendimiento del cómo se lleva a cabo el proceso de gestión de RSU desde la fuente hasta su disposición final. Para este fin se empleó páginas web de los entes oficiales administradas por cada municipio.

Para ejecutar las entrevistas fue necesario trabajar con un instrumento de guía de entrevista conocido como cuestionario. Lo conforman preguntas semi estructuradas, es decir preguntas abiertas y cerradas con un rango de posibles respuestas a elegir. En este formato de cuestionario no existen respuestas correctas o incorrectas, puesto que el objetivo es el extraer el conocimiento a profundidad, opiniones o puntos de vista de los actores entrevistados con respecto al tema de investigación (Arias 2020, 21-22).

El tipo de cuestionario aplicado según su respuesta fue politómico, lo que quiere decir que se cuenta con tres o más opciones de respuesta. A su vez, el tipo de cuestionario según el tipo de pregunta fue una combinación de tipo abierto y cerrado, conformando así la guía de entrevista semi estructurada. Previamente este instrumento pasó por un proceso de pilotaje con la finalidad de realizar modificaciones en la misma, previa presentación a los actores clave y confirmar su validez y confiabilidad (Arias 2020, 23-24).

El lector encontrará en el anexo 3 la matriz analítica que condensa la estrategia de trabajo. Ahora se pasa al siguiente capítulo en que se dará a conocer el perfil de los casos de estudio y el procesamiento de la información para obtener resultados de la investigación, producto de la aplicación del marco metodológico expuesto.

## **Capítulo 2**

### **Estudio de caso**

En este capítulo se trata el estudio de caso referido a los modelos de gestión de RSU en dos ciudades metropolitanas latinoamericanas como son Quito y Bogotá, para el periodo 2019-2020. En primer lugar, se hace una contextualización de caso y sus particularidades partiendo de la descripción geográfica de ambas urbes. Luego de esto, en el siguiente acápite se dan a conocer los resultados de la aplicación de la estrategia metodológica.

#### **2.1 Contextualización del caso y sus particularidades**

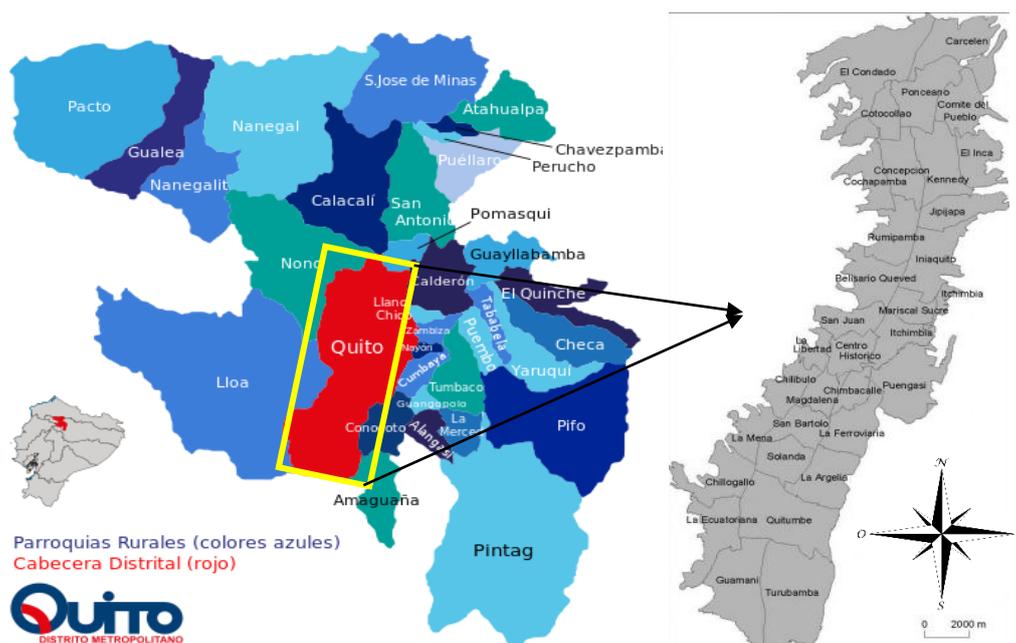
A continuación, el contorno biofísico, perfil de las ciudades y situación actual de los RSU.

##### **2.1.1 Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador**

La ciudad de Quito se ubica en el centro norte de la provincia de Pichincha, su superficie es de 4 183 kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>) y su altitud es de 2 850 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). Al norte, el límite geográfico colinda con la provincia de Imbabura, al sur con los cantones Rumiñahui y Mejía, al este con la provincia de Napo y los cantones Pedro Moncayo y Cayambe, y al oeste con la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y los cantones Pedro Vicente Maldonado y Los Bancos (Prefectura de Pichincha 2017).

Quito está conformado por ocho administraciones zonales: Calderón (norte), Manuela Sáenz (centro), Los Chillos (valles), La Delicia (norte), Eugenio Espejo (norte), Quitumbe (sur), Eloy Alfaro (sur) y Tumbaco (valles). Tales entidades están conformadas por 32 parroquias urbanas (cabecera distrital) y 33 parroquias rurales y suburbanas (Prefectura de Pichincha 2017). En el mapa se observa de manera gráfica la distribución de las parroquias tanto urbanas como rurales (figura 2.1).

Figura 2.1 Mapa geográfico del Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador



Fuente: adaptado de Ecuador Noticias (2016).

Estas zonas distritales albergan a más de 2 000 000 de habitantes, haciendo del DMQ una ciudad metropolitana. Su rápido crecimiento demográfico sumado al metabolismo urbano que denota la ciudad presenta una problemática ambiental: la desmedida generación de RSU. En este sentido, se conoce que el DMQ tiene una producción urbana total de 2 367 33 toneladas al día (ton/día). Se estima que cada habitante genera aproximadamente 1,1 kg/día lo que equivale a 63 290 toneladas mensuales (INEC 2018, 1-14).

Según reportes de la Empresa Pública Metropolitana de Aseo de Quito (EMASEO EP), en el 2019, año que llegó la pandemia mundial al país, producida por el virus SARS-Cov-2, en el relleno sanitario El Inga la recepción diaria de residuos ascendió en un 40 % (Carrera 2020). Además, el origen de estos RSU para el año 2019 provino de los hogares que contribuyeron con un 62 % del total, seguidos del sector comercial con el 16 %, los mercados de víveres con un 13 % y en menor medida el área educativa con el 3 %.

En cuanto a la tipología de residuos que se generan en la ciudad, lideran los residuos orgánicos y plásticos con el 53,20 % y 15,50 % respectivamente (EMGIRS 2019). Ahora bien, como se mencionó, un modelo de gestión adecuado de RSU, idealmente parte desde su clasificación en la fuente y el vínculo que existe con el reciclaje inclusivo. Sin embargo, a pesar de la ejecución de programas como “Quito a Reciclar”, en donde se promueve una

recolección diferenciada desde la fuente a través de puntos limpios o recolección a pie de vereda, la participación de la sociedad quiteña aun es limitada, pues hacen que se recupere un estimado del 2 % de residuos aprovechables (La Hora 2017).

El problema ambiental no se queda ahí. A esto se suma la vida útil del relleno sanitario El Inga que hasta la fecha funciona en el DMQ. Su capacidad de recepción es de 1 450 000 toneladas. Según estimaciones de María Gabriela Dávila (ex gerenta de EMGIRS), la vida útil del relleno se ha extendido hasta el 2024, lo que significa que tan solo quedan dos años más disponibles (Poveda 2022). En este sentido, no resulta lógico seguir asumiendo el soterramiento de residuos como una solución sostenible. Esto sin contar con la huella de carbono para el sector de residuos en el DMQ que corresponde al 13 % de los aportantes a GEI locales, principalmente del gas metano (Secretaría del Ambiente 2015, 14-15).

El reto no está solamente en hacer cumplir la gobernanza climática y las políticas públicas (PP) de calidad ambiental vigentes, sino también acciones como lograr mayor severidad ante infracciones, incluir programas como *zero waste* (basura cero), aplicar la responsabilidad diferenciada, guiarse por la premisa del que contamina paga, cobrar impuestos a los plásticos de un solo uso, entre otros. También, cabe prestar atención al manejo de residuos orgánicos con iniciativas que promuevan el reciclaje de base, su aprovechamiento a través técnicas como lo es el compost para la obtención de mejoradores del suelo útiles o en la restauración de tierra infértil o árida. Así se podría alargar la vida útil del relleno sanitario y al mismo tiempo se favorecen las condiciones de salubridad de todas las personas que pertenecen al gremio de recicladores de base (Solíz *et al.* 2020, 151-152).

Para atender a los distritos zonales antes mencionados, existe la Empresa Pública Metropolitana de Aseo de Quito (EMASEO) la cual brinda servicios de recolección domiciliaria, recolección especial y recolección a mayores productores. Para fines de esta investigación ahondaremos en los servicios de recolección domiciliaria y especial. En conjunto, también coexiste la Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos (EMGIRS – EP) encargada de la operatividad de las estaciones de transferencia norte y sur de la ciudad, del relleno sanitario y de los Centros de Educación y Gestión Ambiental (CEGAM).

Dentro de la recolección domiciliar se subdividen en tres servicios: recolección a pie de vereda (no mecanizada), recolección diferenciada y recolección mecanizada. Para el primer servicio contempla la recolección de residuos de una manera manual puerta a puerta en los principales calles y avenidas de la ciudad. Para el segundo servicio se conjuga la labor de EMASEO, recicladores de base y la sociedad civil. Los ciudadanos están encargados de separar los residuos reciclables en diferentes fundas y disponerlos en la vereda en horarios y frecuencias fijas; así los recicladores de base se encargan de recoger, clasificar y comercializar los residuos potencialmente reciclables (EMASEO 2016).

Finalmente, para el tercer servicio, el sistema incluye el uso de camiones especiales manteniendo dos tipos de modalidades de recolección, la mecanizada y la recolección mecanizada soterrada. Para el primer caso, fue necesario dotar de contenedores en zonas beneficiarias bajo un análisis técnico de barrios que son o podrían convertirse en puntos críticos de desarrollo de botaderos clandestinos, beneficiando así a más de 1 000 000 de habitantes (figura 2.2). El mecanismo de funcionamiento es el recorrido de un camión recolector especializado tres veces por semana, vacía el contenedor y lo deja listo para su funcionamiento continuo. Para la limpieza y desinfección de cada contenedor, existe un camión que realiza este trabajo al menos tres veces al mes (EMASEO 2016).

Figura 2.2 Sistema de recolección mecanizada



Fuente: EMASEO (2016).

Para el segundo caso, las islas soterradas están ubicadas estratégicamente en el Centro Histórico de Quito con el objetivo de preservar el ornato y limpieza de uno de los sitios más turísticos de la ciudad. El modelo de contenedor es a través de tres buzones en total, dos de ellos exclusivos para residuos sólidos regulares y otro para residuos reciclables (figura 2.3).

Este tipo de recolección mecanizada está dirigida por camiones de carga posterior con sistemas de compactación de los materiales recogidos (EMASEO 2016).

Figura 2.3 Sistema de recolección mecanizada soterrada



Fuente: EMASEO (2016).

Ahora bien, el servicio de recolección especial involucra el programa “Quito a Reciclar”, con una cobertura de la cabecera distrital al 96,5 % y puesto en marcha desde el 2010 con el objetivo de la recuperación de material sólido reciclable, realizar separación en la fuente, a fin de que esto no se mezcle con residuos comunes que ya no tienen valor para reuso. Este servicio se ejecuta bajo la modalidad de puntos limpios (dispositivos de acopio diferenciado) en donde cada ciudadano puede depositar residuos reciclables como papel, botellas plásticas, cartón, vidrio, latas, entre otros (figura 2.4). Todo el material recuperado, pasa a manos de gestores de menor escala, lo transporta EMASEO hasta los CEGAM en donde se encargan de darle un valor agregado al material y potencializan la economía circular.

Figura 2.4 Operación técnica del programa “Quito a Reciclar”



Fuente: Secretaría del Ambiente (s/f).

Como se ha evidenciado, la generación de residuos sólidos urbanos en el DMQ causa preocupación ante la emergencia sanitaria que se palpa en la ciudad. El modelo de gestión actual incluye la recuperación de material reciclable más no de residuos orgánicos en todos los sectores. Sin embargo, desde febrero del 2022, se ha anunciado el inicio de estudios de línea base para la elaboración del Plan para la Gestión de Residuos Sólidos para 10 años con la cooperación del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y participación de EMGIRS EP y EMASEO EP (Quito Informa 2022). Resulta necesaria y urgente la acción climática por parte del gobierno local junto con la activa cooperación ciudadana en beneficio del ecosistema. A continuación, se detallará la situación del segundo caso de estudio, la ciudad de Bogotá.

### **2.1.2 Bogotá, Colombia**

La ciudad de Bogotá se sitúa en la Cordillera Oriental de los Andes, su superficie es de 1 776 km<sup>2</sup> y su altitud es de 2 630 m.s.n.m. Limita al norte con el municipio de Chía, al sur con los departamentos del Meta y Huila, al oeste con el río Bogotá y al este con los municipios de Choachí, Chipaque, Uña, Gutiérrez, La Calera y colinda con una cadena montañosa perteneciente a la Cordillera de los Andes (Universidad de los Andes s/f).

Norte, sur, centro y occidente son las cuatro zonas que dividen a la ciudad y está constituido por 20 centros zonales (figura 2.5). Las dependencias político-administrativas, sitios culturales e históricos se localizan en la zona centro, hacia el norte se encuentra la zona residencial de estatus económico alto y centros comerciales, en la zona sur también se hallan residencias de estatus económico bajo junto con industrias, finalmente en la zona occidente destaca la presencia del Aeropuerto Internacional El Dorado y Terminal de Terrestre (Universidad de los Andes s/f).

Figura 2.5. Mapa geográfico de Bogotá, Colombia



Fuente: Adaptado de Mapa de Colombia (s/f).

Bogotá se caracteriza por su alta densidad poblacional en relación con otras ciudades de Latinoamérica. En ella habitan alrededor de 7 500 000 personas, las que producen cerca de 6 300 ton/día de RSU. Del 23 % total de GEI que aporta Colombia en el sector residuos, a Bogotá le corresponde el 12 %. Estos gases provienen en su mayoría de los residuos orgánicos en un 53,22 %, mismos que son gestionados tradicionalmente por la recolección, transporte y disposición final en el único relleno sanitario a cielo abierto conocido como Doña Juana sin un tratamiento o aprovechamiento previo (Pulido *et al* 2016; UAESP 2018, 8-9)

Este relleno sanitario cuenta con 472 hectáreas (ha), lleva más de 20 años en funcionamiento y a pesar de que se haya estimado el cumplimiento de su vida útil hasta el año 2012, en la actualidad sigue en completo funcionamiento (RGS 2007). Se conoce que el relleno sanitario Doña Juana, llegan diariamente 5 891 ton/día de RSU correspondiente a seis municipios del distrito, siendo el aporte mayoritario Bogotá con 5 880 ton/día (SSPD 2008).

En esta ciudad solamente el 33 % de los residuos sólidos potencialmente reciclables se gestionan en el Centro Distrital de Reciclaje (Alcandía de Bogotá 2008) y el problema que más preocupa es el desbordamiento de líquidos altamente contaminantes producto de la descomposición de la basura, más conocido como lixiviados ya que supera la capacidad de la planta de tratamiento y, en consecuencia, moradores aledaños al relleno sanitario han manifestado tener impactos negativos, especialmente en temas de salud, agricultura y ganadería (Méndez *et al.* 2006, 230-231).

Si bien es cierto que se han unido esfuerzos entre la parte público-privada en relación con la gestión integral de residuos sólidos con la creación de programas como “Basura Cero”, no se ha logrado un cambio importante en cuanto a la cantidad de residuos que terminan en el relleno sanitario Doña Juana (Ramos Gutiérrez 2020). Así se puede asumir que hace falta un compromiso tácito de todos quienes aportan con sus residuos en adoptar una cultura ambiental transformacional, así como ejecutar la separación en la fuente y siempre que se pueda reducir, reciclar y reutilizar. No está por demás hacer hincapié que el mejor residuo, es el que no se genera.

La gestión de residuos sólidos en estos centros zonales está a cargo del Municipio de Bogotá, específicamente a través de las Áreas de Servicio Exclusivo (ASE) bajo las directrices del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS). Este plan desea la participación y colaboración activa ente los ciudadanos, instituciones y empresas encargadas de otorgar el servicio (Veeduría Distrital 2020, 10).

La ASE comenzó sus labores en el año 2018 con una vigencia de ocho años, es decir, hasta el 2026. La entidad se encarga directamente de la prestación de servicios públicos tales como: recolección de residuos no aprovechables, barrido y limpieza de vías, mantenimiento de parques y jardines, así como el transporte de residuos a sitios de disposición final como lo es el relleno sanitario Doña Juana bajo la modalidad de entierro de residuos sólidos (Veeduría Distrital 2020, 10). Esto lo hace con el apoyo de cinco empresas bajo contrato de concesión, cada una de ellas con áreas y actividades determinadas.

Toda la zona urbana de Bogotá tiene cobertura del servicio del 100 % en cuanto a recolección de residuos sólidos urbanos. Las frecuencias y horarios varían dependiendo de la confluencia de personas. En donde exista mayor presencia de transeúntes, el recorrido y la recolección es diaria, mientras que en otros sectores se lo hace pasando un día. A este proceso se unen el gremio de recicladores representados por las empresas GAIREC y ECOALIANZA con la actuación de cerca de 15 709 recicladores de oficio (Veeduría Distrital 2020, 19).

Por otro lado, existe la inminente preocupación acerca de los lixiviados que se generan producto de la descomposición de la materia orgánica que llega al relleno sanitario Doña Juana, puesto que no han encontrado una manera eficiente y adecuada de manejarlos. Hasta la fecha, se desconoce la gestión, tratamiento y/o disposición que se le da a los lixiviados. A esto

se suma un percance ocurrido en el año 2020 donde hubo un desbordamiento de la basura hacia zonas habitadas cerca del relleno sanitario. Esto trajo consigo malestar en los moradores de la zona puesto que existía la presencia de roedores, malos olores e impactos latentes sobre la salud de los ciudadanos (Veeduría Distrital 2020, 21-22).

La usencia de estaciones de transferencia y zonas destinadas al compostaje, ahondan más la problemática puesto que se impide la recuperación de material reciclable. Se continúa viendo como única solución, el enterramiento de la basura y aunque la capacidad de carga del relleno sanitario Doña Juana se vea vulnerado, solamente se ha pensado en conseguir otra licencia ambiental que permita la construcción de una nueva celda contenedora de residuos. En adición, todavía se promulga una producción y consumo lineal donde no cabe lineamientos de la economía circular (Veeduría Distrital 2020, 24-25).

En términos de gestión de residuos sólidos, se ha tenido un avance. La alianza pactada desde el año 2020 a través del sector público y privado, tal es el caso entre la ASE y la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP) con el objetivo de erradicar la economía lineal, aprovechar el potencial de los residuos sólidos reciclables y disminuir el volumen de residuos que llega al relleno sanitario. En cuanto a los residuos orgánicos, se ha propuesto un proyecto denominado “Bolsa Verde” con el propósito de separar todos los residuos orgánicos de los inorgánicos (Gobierno de Bogotá 2020).

En vista de que las ciudades metropolitanas por su estilo de vida y de consumo, sus propios gobiernos locales han visto la manera de la implementar estrategias y programas de gestión para los residuos que se generan en cada ciudad. A pesar de que la mirada está puesta en principio sobre los residuos reciclables, los residuos orgánicos también necesitan tener mayor protagonismo dentro de la gestión integral. De tal manera, se lograría objetivos de disminución de emisiones de GEI. En la siguiente sección se dan a conocer algunas técnicas de aprovechamiento de residuos orgánicos a ser incluidas dentro de los modelos de gestión de RSU.

### **2.1.3 Técnicas de aprovechamiento de residuos orgánicos**

En cuanto a las técnicas de aprovechamiento de residuos orgánicos existen tres tipos. Son las más frecuentemente utilizadas debido a su capacidad de rendimiento y facilidad de ejecución: digestión anaerobia, sistema aerobio y secado. La digestión anaeróbica (en ausencia de

oxígeno) consiste en la producción de gases combustibles tales como el metano y el dióxido de carbono producto de la degradación biológica mismos que son conocidos comúnmente como biogás. Dentro del sistema aerobio se encuentran cuatro opciones de aprovechamiento: compostaje, lombricultura, bokashi y takakura (tabla 2.1). En estas cuatro opciones existe una demanda de control en cuanto a temperatura y humedad de la materia orgánica que permanecen en continua aireación para que los organismos biológicos cumplan su trabajo junto con la relación carbono-nitrógeno. Por último, el sistema de secado significa extraer parcialmente la cantidad de agua contenida en la materia orgánica con el objetivo de disminuir peso y volumen antes de su disposición final o incineración (MAAE 2020, 9-10). A continuación, se expone una tabla resumen de las técnicas de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos que se pueden aplicar fácilmente en sectores públicos y privados.

Tabla 2.1. Técnicas de aprovechamiento de residuos orgánicos

Técnicas	Definición	Beneficios	Características de residuos	Fases
<b>Compostaje</b>	Transformación biológica de la materia orgánica a abono gracias a su descomposición aerobia	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Mejora condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo</li> <li>-Otorga macro, micronutrientes y minerales a corto, mediano y largo plazo</li> <li>-Reduce lixiviados, metano y olores nauseabundos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Relación carbono/nitrógeno (C/N) óptimo (25:1 a 35:1)</li> <li>-Humedad adecuada va del 40 % al 60 %</li> <li>-Porosidad que permita el paso de agua y oxígeno</li> <li>-Tamaño de materia orgánica va de 3 a 5cm</li> <li>-pH de 7 en el proceso de formación de humus</li> </ul>	<p><b>Fase mesófila</b> (T° media hasta 45° C / 2 a 8 días).- aparición y crecimiento exponencial de microorganismos descomponedores</p> <p><b>Fase termófila</b> (T° alta hasta 75°C / días a meses).- microorganismos patógenos mueren y prevalecen aquellos que toleran temperatura mayores</p> <p><b>2da fase mesófila</b> (T° menor a 40°C / varias semanas).- fuentes de carbono y nitrógeno se agotan. Degradación de celulosa</p> <p><b>Fase maduración</b> (3 a 6 meses). Obtención de compost maduro con ácidos húmicos y fúlvicos.</p>
<b>Lombricultura</b>	Cultivo de lombrices californianas <i>Eisenia foetida</i> con el objetivo de reciclar residuos orgánicos biodegradables para la obtención de vermicompost	-Potente fertilizante agrícola con alto contenido de elementos nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Sustrato compuesto por residuos orgánicos vegetales + residuos animales en proporción 1 a 3. Este debe estar debidamente fermentado entre 15 a 30 días para evitar acidificación y perjuicio a las lombrices</li> <li>-Alimento lo más desmenuzado posible, facilitará la alimentación de la lombriz</li> </ul>	<p><b>Pre fermentación de residuos</b> (T° entre 70 a 75°C / 40 días).- material orgánico debe ser expandido en camas procesadoras, cubrirlas con paja y regarlas con agua para adquiera humedad todo el sustrato</p> <p><b>Siembra de lombrices en pilas o lechos</b> (3 a 4 meses).- luego de 40 días, se procede a voltear la materia orgánica pre fermentada y se colocan las lombrices en las camas</p> <p><b>Cosecha de lombrices.</b>- se lo hace colocando materia orgánica y césped fresco al pie de la cama, se coloca un poco de agua y listo</p> <p><b>Afino y empaque de humus.</b>- Una vez que se han cosechado las lombrices, el producto final (humus) es transportado hacia un área de secado únicamente con aire, no con sol. Se procede a tamizar con mallas de diferentes tamaños según se requiera y se empaqueta en costalillos.</p>

<b>Técnicas</b>	<b>Definición</b>	<b>Beneficios</b>	<b>Características de residuos</b>	<b>Fases</b>
<b>Bokashi</b>	Metodología más antigua empleada por japoneses en donde se obtiene abono orgánico resultante de la fermentación aerobia de materia vegetal y animal más minerales y microorganismos para enriquecerlo y provocar fermentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Producción súper rápida (3 semanas máximo)</li> <li>-Nutrientes muy asimilables para el sistema radicular de plantas</li> <li>-Reduce la acidez en la tierra</li> <li>-Activación de microorganismos benéficos para el desarrollo de plantas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Carbón: otorga aireación y absorbe humedad y calor del suelo</li> <li>-Estiércoles: potencial fuente de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu) y bromo (Br)</li> <li>-Polvillo de arroz: facultativa fermentación del abono y ocurre la aparición de bacterias ácido-lácticas</li> <li>-Melaza: fuente de energía para la fermentación</li> <li>-Tierra negra: genera aumento de actividad microbiana</li> </ul>	<p><b>Fase fermentación</b> (T° mayor a 50°C y menor a 75°C / 8 días).- voltear la mezcla mínimo dos veces por semanas y no permitir que la temperatura exceda para evitar pérdida de microorganismos</p> <p><b>Fase maduración</b> (T° ambiente / 12 a 15 días).- abono posee coloración gris claro con olor característico a tierra de montaña</p> <p><b>Fase de empaquetado.</b>- en sacos de material polipropileno o uso inmediato</p>
<b>Takakura</b>	Intervención de microorganismos innatos de alimentos fermentados y aquellos que están en el ecosistema de manera natural para eliminar aquellos que perjudican al suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Fácil manejo, cualquier persona lo puede desarrollar</li> <li>-Proceso relativamente rápido (45 días)</li> <li>-Puede ejecutarse en espacios pequeños</li> <li>-Proceso cíclico, por lo que solo se requiere inversión económica al inicio para adquisición de materiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Tamaño del residuo orgánico entre 3 a 5 cm de diámetro</li> <li>-Humedad óptima entre 40 % - 60 %</li> <li>-Temperatura entre 60°C a 80°C</li> <li>-pH neutro 7</li> <li>-Mayor contenido de carbón que de nitrógeno (por ej. césped o residuos de café)</li> </ul>	<p><b>Fase de elaboración de semilla</b> (T° superior a 45°C / 15 días).- compuesta por solución de sal, solución de dulce y lecho (aserrín, harina u hojarasca)</p> <p><b>Fase lecho.</b>- mezcla de la materia orgánica con la semilla elaborada previamente</p> <p><b>Fase de fermentación.</b>- se deja pasar 8 días para ejecutar el primer volteo para airear la mezcla; posterior, se deberá hacerlo diariamente, mínimo dos veces por semana por un período de 1 mes</p> <p><b>Fase de maduración.</b>- continuar con el proceso de aireación hasta que la mezcla esté a temperatura ambiente y en ausencia de humedad.</p>

Fuente: Información extraída de MAAE (2020, 14-31).

El aprovechamiento de residuos orgánicos trae consigo el desarrollo de oportunidades de generación de procesos en áreas como el ambiente, economía, salud, social y soberanía alimentaria. En el área ambiental, está directamente relacionado con la recuperación de suelos degradados, gracias a la obtención de la materia prima como lo es el compost y/o abonos, mismos que actúan como fertilizantes ecológicos. De esta manera se facilita a la migración hacia modelo de agricultura urbana (Baquero 2019, 35).

En el área económica se puede aprovechar la oportunidad del desarrollo de ingresos por la producción de abonos ecológicos y posterior obtención de productos alimenticios orgánicos, de esta forma se reduce la dependencia que actualmente existe a los fertilizantes sintéticos. Por su parte, en el área de salud la oportunidad latente es la producción y obtención de alimentos libres de contaminación por pesticidas y fertilizantes que atentan al bienestar humano en estrecha relación con la soberanía alimentaria. Finalmente, el área social, se vincula con la generación de intercambio cultural entre comunidades beneficiadas por el consumo responsable a nivel local (Baquero 2019, 36).

Se ha llegado a convenciones en torno a la soberanía alimentaria. Uno de los ámbitos de atención ha sido las interacciones urbano-rurales para promover la recuperación de suelos desérticos que han perdido sus propiedades fértiles y nutricionales para la generación de productos comestibles. Tal es el caso de la comunidad Calpi en la Provincia de Chimborazo, Ecuador. Experiencia exitosa debido al trabajo colaborativo entre las parroquias de la comunidad (San Francisco de Cunuhuachay, Nitiluisa y Gaushi), ciudadanía (aporte con residuos orgánicos, restos de poda y residuos de mercado) y campesinos del sector agropecuario (aporte con excretas de animales y encargados de la producción del compost). En esta experiencia se consolidan procesos de economía circular en la comunidad producto de la comercialización de abonos orgánicos de calidad bajo normativa nacional e internacional (Torres 2021, 1-17). Ahora se pasa a presentar los resultados de la estrategia metodológica de la presente investigación.

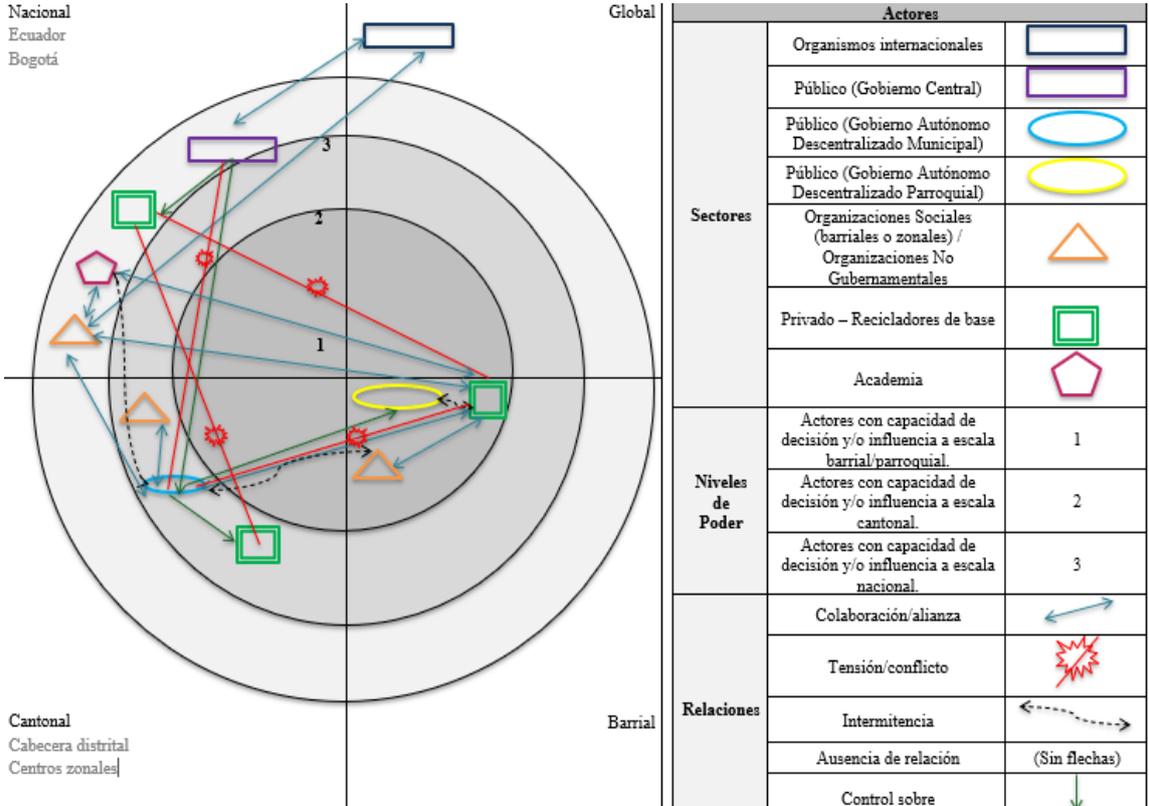
## **2.2 Resultados de la aplicación de la estrategia metodológica**

Como se ha puesto de manifiesto en las secciones precedentes, a pesar de que ambas ciudades cuentan con metas sobre residuos sólidos y el calentamiento global, ninguna ha logrado consolidar un modelo de gestión integral que abarque a los residuos orgánicos, con un manejo y tratamiento diferenciado que incluya alguna técnica de manejo previamente expuesta y que

se verifique su plena ejecución. Ambas todavía están centradas en los residuos sólidos reciclables. Sin embargo, las acciones llevadas a cabo hasta la fecha no solucionan la problemática generada por los residuos orgánicos.

Tras la revisión de fuentes secundarias y gracias al diseño de mapeo gráfico dinámico propuesto por (Ortiz, Matamoro y Psathakis 2016, 7-9), se estableció que la intervención de actores clave dentro de sus modelos de gestión actual en ambas ciudades, son similares en cuanto a su estructura funcional. En particular, los sectores, niveles de poder y relaciones entre estos. En cuanto a sectores se destacan organismos internacionales, el gobierno central, gobiernos autónomos descentralizados municipales, organizaciones sociales, recicladores de base y academia. Los niveles de poder comprenden actores con capacidad de decisión y/o incidencia a escala barrial, cantonal y nacional. Dando como producto relaciones de colaboración/alianza, tensión y/o conflicto y en ciertos casos intermitencia (figura 2.6).

Figura 2.6 Actores clave intervinientes en modelos de gestión de RSU caso Quito/Bogotá



Fuente: Datos tomados del trabajo investigativo (2022).

Luego de la comprensión de todos los actores clave que intervienen dentro del modelo de gestión, se dio paso a la fase de campo propiamente dicha, con las entrevistas a actores clave

del sector privado que se han inmiscuido en el tema de gestión exclusiva de residuos orgánicos en el DMQ y al funcionario público Ramiro Morejón<sup>1</sup>, que colabora actualmente en la Secretaría de Ambiente de Municipio de la ciudad capital ecuatoriana.

Las entrevistas iniciaron con el funcionario público en mención. Se indagó sobre la gestión integral y recolección diferenciada de residuos orgánicos en el DMQ. Este mencionó que se realiza este proceso únicamente para uno de los 54 mercados de frutas y verduras de la ciudad, en particular, el Mercado Mayorista. En esta plaza se ejecuta una recolección diferenciada bajo la coordinación entre la Administración zonal, EMASEO y el Instituto de Investigación, Educación y Promoción Popular del Ecuador (INEPE). Luego de la recolección, se transportan los residuos orgánicos (1 tonelada mensual aproximadamente) a un sector del parque Metropolitano Chilibulo en donde se produce compost junto con la integración de la comunidad.

A la par, Ramiro Morejón reconoce las fortalezas y debilidades de la Secretaría del Ambiente frente a la gestión de residuos orgánicos. Esta cualidad está encaminada a la elaboración del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos que contempla el procesamiento de residuos orgánicos de mercados, áreas verdes y la producción de abono orgánico a nivel doméstico. La debilidad está relacionada a la falta de implementación de los planes definidos en años anteriores y a la ausencia de una herramienta de política pública (PP) que sancione la mala gestión de residuos orgánicos, o que, evite la desmedida generación de estos. Para el informante calificado son necesarios instrumentos de PP que garanticen la obligatoriedad en el manejo los residuos orgánicos por parte de grandes productores, en espacios públicos y mercados de víveres para enfrentar el CC.

Morejón indica que bajo la consigna de la corresponsabilidad ciudadana, se han identificado dificultades que se han detectado y han impedido la correcta ejecución del modelo de gestión de residuos sólidos que actualmente se ejecuta en el DMQ. Entre ellas se encuentran la destrucción y mal uso de los contenedores, irrespeto a la frecuencia y horarios establecidos, ausencia de conciencia ciudadana y la falta de decisión política para implementar un modelo de gestión integral.

---

<sup>1</sup> Ramiro Morejón, correo electrónico a la autora, 19 de febrero de 2022.

Agrega que, para incluir a los residuos orgánicos dentro del actual modelo de gestión de RSU, es fundamental el trabajo conjunto con actores interesados del sector de la academia, organizaciones no gubernamentales (ONG), emprendimientos privados y proyectos locales a través de una descentralización, pero también apoyar a los recicladores de base que en muchos casos aún no están legalmente constituidos. En este contexto, comentó que un parámetro básico para crear estrategias adecuadas para apoyar la gestión pública es la concientización, el empoderamiento y la cultura ciudadana ambiental en cada habitante del DMQ. Sentencia que, no debe darse por hecho la existencia de herramientas de gestión pública especializadas; además hoy en día es cada vez más necesaria la integración de instrumentos tales como los incentivos económicos, la disminución en la tasa de impuestos, la aplicación de impuestos verdes y los canjes por productos en supermercados.

En el trabajo de campo se ha constatado que el DMQ no cuenta con una estructura de gobernanza ambiental establecida de manera explícita y que se esté llevando a cabo para el caso concreto de la gestión integral de residuos orgánicos en todos los sectores de la ciudad. Así lo confirmó el funcionario de la Secretaría Ambiental. En esta misma línea, bajo el análisis de fuentes oficiales no publicadas y fuentes secundarias, coinciden en que la ciudad solo cuenta con planes y/o proyectos a implementar en futuro que hasta el momento están en fase de análisis y diseño (anexo 4). Se reconoce que el programa “Quito a Reciclar” se subdivide en tres: residuos domésticos especiales, residuos reciclables y residuos orgánicos, pero lamentablemente este último no se ha llegado a poner en marcha en la ciudad.

En contraparte, entre las actividades que se han llegado a ejecutar en términos de residuos orgánicos es la vía de educación ambiental. El incentivo del auto compostaje mediante, separación en la fuente, aprovechamiento de residuos orgánicos y comercialización de materia prima apta a incluirse en la economía circular (Secretaría del Ambiente s/f). Por lo indicado, para sintetizar el panorama del caso de estudio se realizó un análisis de fortalezas, amenazas, debilidades y oportunidades (FODA) del programa “Quito a Reciclar” para reflexionar sobre cómo se materializa su modelo de gestión actual y su futura puesta en marcha (tabla 2.2).

Tabla 2.2 FODA del programa “Quito a Reciclar”

	<b>Fortalezas</b>	<b>Oportunidades</b>
<b>Positivos</b>	<p>Planeación estratégica a futuro con la integración de residuos orgánicos de mercados, áreas verdes y producción de abono orgánico a nivel doméstico.</p> <p>Legalización de una parte de minadores hacia el gremio de recicladores legalmente constituido.</p> <p>Recolección diferenciada de material potencialmente reciclable en la cabecera distrital.</p> <p>Recolección diferenciada de materia orgánica en un mercado de la ciudad.</p>	<p>Crear alianzas estratégicas con actores clave provenientes de ONG, academia, proyectos o emprendimientos enfocados en la gestión de residuos orgánicos.</p> <p>Generar compost o humus de lombriz con los residuos orgánicos que se recojan en la ciudad.</p> <p>Coyuntura de economía circular en contexto local.</p> <p>Generación de materia prima como compost para sector agrícola o embellecimiento de parques y jardines del DMQ.</p> <p>Dotación de nuevas tecnologías limpias y sostenibles que aporten al modelo de gestión de RSU.</p>
	<b>Debilidades</b>	<b>Amenazas</b>
<b>Negativos</b>	<p>Falta de implementación de planes definidos en administraciones anteriores.</p> <p>Ausencia de una política pública que sancione la mala gestión de residuos orgánicos o que propenda a disminuir su generación en grandes cantidades.</p> <p>Poca inclusión participativa público-privada que incluyan gestión integral de residuos orgánicos en todos los sectores.</p> <p>Limitados recursos económicos e infraestructura poco tecnificada.</p> <p>Poca promoción de una cultura ambiental en los ciudadanos.</p> <p>Inventarios nacionales de GEI desactualizados.</p> <p>Falta de cobertura al 100 % del servicio básico de recolección de RSU en el DMQ.</p>	<p>Recursos económicos deficientes y ausencia de un fondo de emergencia ante desastres ambientales.</p> <p>Nulidad de conciencia y cultura ambiental por parte de los generadores de RSU.</p> <p>Irrespeto a los horarios y frecuencias de recolección, provocando focos insalubres que atentan con la salud humanitaria.</p> <p>Daños físicos y estructurales en camiones de recolección y en estaciones de transferencia, lo cual impide su correcto funcionamiento.</p>

Fuente: Datos tomados del trabajo investigativo (2022).

Con los resultados del FODA, en vista de las oportunidades que presenta el actual modelo de gestión de RSU en el DMQ en relación con la creación de nuevas alianzas estratégicas, se entrevistó a representantes de cuatro proyectos de liderazgo en cuanto a residuos orgánicos se refiere: “Ayllu<sup>2</sup>”, “Agrovivas<sup>3</sup>”, “Fundación Sembres<sup>4</sup>” y “Entrejardines Ec<sup>5</sup>” (tabla 2.3). Entramos así a otra sección del reporte de hallazgos del estudio.

Tabla 2.3 Líderes en gestión de residuos orgánicos en el DMQ

<b>Proyecto</b>	<b>Ayllu</b>	<b>Agrovivas</b>	<b>Entrejardines Ec</b>	<b>Fundación Sembres</b>
<b>Entrevistado</b>	Viviana Rocha	Legny Vivas	Daniela Suárez	Sebastián Chiriboga
<b>Ocupación</b>	Ing. Ambiental	Fundadora	Representante de reciclaje orgánico	Coordinador de proyectos ambientales
<b>Inicio del proyecto</b>	2020	2020	2018	2008

*Fuente:* Datos tomados como resultado de la aplicación de entrevistas (2022).

Las entidades nombradas se transforman en una pequeña constelación de actores inapreciables en el engranaje para construcción de la gobernanza ambiental juntamente con el gobierno local. Siendo posible la intervención de manera descentralizada y ejecutar un modelo de gestión integral de RSU por completo. A continuación, se develan sus posturas y opiniones.

Se comenzó la entrevista con la pregunta acerca del inicio de sus proyectos en el DMQ. De las cuatro iniciativas, dos iniciaron el abordaje de la gestión de residuos orgánicos a raíz de la pandemia mundial del Covid 19; mientras los dos restantes proyectos iniciaron tiempo antes “Fundación Sembres” y “Entrejardines Ec”, en 2008 y 2018 respectivamente. En cuanto a los mecanismos de recolección de este tipo de residuos, informan que se hace mediante recolección en la fuente para todos los casos. Solo el proyecto “Ayllu” también maneja puntos de acopio donde las personas pueden acercarse a depositar la materia orgánica generada.

En estos cuatro casos se aplican diversidad de técnicas de aprovechamiento de residuos orgánicos, entre las cuales se encuentran, de manera general, el compostaje, la lumbricultura y el bokashi. Para la voz de “Ayllu”, resulta pertinente realizar el compostaje porque es la técnica que menos trabajo necesita y da igual buenos resultados, los parámetros son fáciles de controlar y mantener para poder obtener un compost de buena calidad. Así mismo para la

<sup>2</sup> Viviana Rocha, correo electrónico a la autora, 18 de febrero de 2022.

<sup>3</sup> Legny Vivas, correo electrónico a la autora, 15 de febrero de 2022.

<sup>4</sup> Sebastian Chiriboga, correo electrónico a la autora, 21 de febrero 2022.

<sup>5</sup> Daniela Suárez, correo electrónico a la autora, 22 de febrero 2022.

“Fundación Sembres”, conviene aplicar esta misma técnica de aprovechamiento de residuos orgánicos por dos razones principales: es capaz de degradar cualquier tipo de restos de cocina, en comparación a la lombricultura, en donde las lombrices no pueden consumir algunos residuos orgánicos, como los cárnicos y cítricos y porque es una técnica que se puede implementar con bajos costos de instalación en comparación con otros métodos que demandan controles rigurosos de temperatura y humedad.

Por su parte “Agrovivas” emplea la técnica de lombricultura debido a que las lombrices aceleran el proceso y otorgan un abono de mejor calidad y nutrientes y “Entrejardines Ec” es el proyecto que más técnicas abarca (compostaje, lombricultura y bokashi). Esto les ha permitido brindar una posibilidad de gestión para cada tipo de residuo orgánico, puesto que no todos los residuos orgánicos se tratan de la misma forma y tampoco son los mismos. Es necesario experimentar al momento de trabajar con materia orgánica. A través de las diferentes técnicas de gestión de residuos orgánicos que ejecuta cada proyecto en el DMQ, se recuperan las siguientes cantidades aproximadas mensuales (ton/m) y anuales (ton/a) de materia orgánica (tabla 2.4).

Tabla 2.4 Cantidad anual aproximada de materia orgánica recuperada

<b>Proyectos</b>	<b>Ayllu</b>	<b>Agrovivas</b>	<b>Fundación Sembres</b>	<b>Entrejardines Ec</b>
<b>Cantidad de materia orgánica</b>				
<b>Toneladas mensuales</b>	4 ton/m	1 ton/m	12 ton/m	4 ton/m
<b>Toneladas anuales</b>	48 ton/a	12 ton/a	170 ton/a	70 ton/a

*Fuente:* Datos tomados como resultado de la aplicación de entrevistas (2022).

La suma de esfuerzos entre todos los proyectos arrojaría una recuperación de este residuo en aproximadamente 300 toneladas anuales transformados en humus, compost y vermicompost. Aunque ninguno de los proyectos reciba apoyo del gobierno nacional o local, su trabajo es autofinanciado, esta cifra potencialmente podría seguir en ascenso a medida que más familias, comercios, mercados de víveres y grandes generadores de residuos se vayan sumando a la causa de la separación en la fuente y correcta gestión de estos.

Sin embargo, tanto el proyecto “Agrovivas” y “Fundación Sembres”, han percibido cierto apoyo o interés en crear alianzas estratégicas con actores claves. Para el primer caso con fundaciones privadas y para el segundo caso, se cuenta con una única alianza estratégica con

la Academia. En particular, con la Universidad Politécnica Salesiana. La Estrategia consiste en recibir estudiantes para que puedan realizar tesis de grado con enfoque en investigar la gestión actual de residuos orgánicos. Esto tiene como fin, que los investigadores puedan ampliar su criterio y tengan la competencia en diseñar métodos de gestión con mayor eficiencia. En cambio, en los casos de “Ayllu” y “Entrejardines Ec” no se presenta un escenario similar y favorable dentro de la creación de alianzas estratégicas con actores clave.

Siguiendo la misma línea, los cuatro proyectos se han enfrentado a varios desafíos dentro de su propia experiencia y perspectiva. A continuación (tabla 2.5), se dan a conocer los más relevantes para cada proyecto. Así como se enfrentan a desafíos tanto con la comunidad como con el gobierno local y actores clave, también manifiestan su postura en cuanto a mecanismos que se puedan encaminar hacia la motivación de la población en general acerca de la gestión y clasificación de sus residuos incluidos los orgánicos (tabla 2.6).

Tabla 2.5 Desafíos enfrentados por cada proyecto

<b>Proyectos</b>	<b>Ayllu</b>	<b>Agrovivas</b>	<b>Fundación Sembres</b>	<b>Entrejardines Ec</b>
<b>Desafíos</b>				
Falta de cultura ambiental en la población	X			X
Desconocimiento por parte de los ciudadanos acerca de la clasificación de residuos desde la fuente	X		X	X
Ausencia colaborativa entre el gobierno local y red de actores privados	X	X		X

*Fuente:* Datos tomados como resultado de la aplicación de entrevistas (2022).

Tabla 2.6 Vías de motivación a la población para una adecuada gestión de RSU

<b>Proyectos</b>	<b>Ayllu</b>	<b>Agrovivas</b>	<b>Fundación Sembres</b>	<b>Entrejardines Ec</b>
<b>Vías de motivación</b>				
Incentivos económicos			X	
Disminución en la tasa de impuestos		X	X	X
Aplicación de impuestos verdes	X		X	X
Canjes por productos en supermercados			X	X
Otro	Educación ambiental en todos los sectores			

*Fuente:* Datos tomados como resultado de la aplicación de entrevistas (2022).

En la actualidad existen varias vías de motivación que se pueden implementar a nivel nacional e incluso a nivel global para que las personas tomen conciencia ambiental y se frene la problemática de los residuos orgánicos. Justamente el proyecto “Ayllu” ha puntualizado una vía muy influyente y que prácticamente no se necesita fuertes inversiones económicas. Es el hecho de infundir educación ambiental en todos los sectores. No solamente los niños necesitan instruirse sino también personas adultas, líderes políticos, inversionistas, entre otros.

Para finalizar la entrevista, se profundizó en el tema de gobernanza local y se consultó a los entrevistados sobre qué PP consideraban importante implementar para fortalecer la gobernanza local y/o nacional. A continuación, sus respuestas bajo su perspectiva (tabla 2.7).

Tabla 2.7 Herramientas de política pública a emplearse para fortalecer la gobernanza local y/o nacional

<b>Proyecto</b>	<b>Herramientas de Política Pública</b>
<b>Ayllu</b>	Separación en la fuente obligatoria para todos, sector domiciliario, sector comercial, sector industrial. Y multas considerables para quien no cumpla. Además, la iniciativa de separar los residuos debe venir desde el municipio y el mismo facilitar la gestión de acuerdo con sus lineamientos y tasas.
<b>Agrovivas</b>	Ley para el manejo de los residuos orgánicos.
<b>Fundación Sembres</b>	<p>De primera acción incluir en el programa de estudios básicos y bachillerato el refuerzo en estudios holísticos en educación ambiental. Ya que es muy baja la conciencia de los impactos ambientales y sociales por la no separación de residuos por parte de la población que si tiene o ha tenido acceso a la educación básica.</p> <p>En zonas rurales, resultaría de gran aporte, delegar a instituciones públicas competentes, intervenir en capacitaciones para la separación en la fuente. Las capacitaciones deben instruir a las poblaciones locales sobre las oportunidades/incentivos económicos que pueden existir al liderar programas de gestión integral de residuos.</p> <p>La población en general debe recibir incentivos económicos al momento que reciben el servicio de recolección municipal de basura. Aquí podemos utilizar el caso de Suiza como buen ejemplo. En dicho país, cada vivienda tiene un peso máximo de residuos que puede colocar en centros de acopio de basura. De ser el caso que sobrepase el peso establecido, el ciudadano debe pagar multas por cada kilogramo extra. Un método similar a este citado, podría acelerar el cambio de comportamiento necesario en la ciudadanía.</p>
<b>Entrejardines Ec</b>	<p>Es necesario crear una PP sobre residuos en general que describa el tipo de residuo y sea representada de forma medible. Se debe identificar los residuos que tienen mayor probabilidad de ser reciclados, transformados o recirculados y empezar a restringir el uso a gran escala de los residuos más contaminantes y de fácil remoción.</p> <p>Los principales actores para normar a parte de la ciudadanía, deben ser las empresas, que por lo general evaden sus responsabilidades sociales y ambientales sin mayores repercusiones. Empresas y negocios diversos deben</p>

Proyecto	Herramientas de Política Pública
	empezar a ofrecer diferentes opciones de tratamiento de residuos, empaquetado y distribución. Dichas empresas que empiecen a mejorar sus prácticas ambientales deben ser beneficiadas con reducciones de impuestos u otros incentivos reales.

*Fuente:* Datos tomados como resultado de la aplicación de entrevistas (2022).

Debe reconocerse el trabajo de aquellas personas que han estado participando en el tema de gestión de residuos orgánicos en el DMQ porque son quienes están dando una solución fuerte y real a la problemática en abordaje. A pesar de que ciertos proyectos sean relativamente nuevos y otros tengan más tiempo prestando el servicio, necesariamente deben apoyarse, reconocerse y replicarse a varias escalas de gestión.

En el caso de Bogotá, se conoce que desde mayo de 2021 se ha planteado un nuevo modelo de gestión de RSU que contemplará a los plásticos, materiales de construcción y residuos orgánicos con su debida separación desde la fuente. Se analiza implementar una planta de tratamiento que utilice técnicas de compostaje, lumbricultura, biogás y silos. Además, bajo criterios de economía circular, reciclaje y reutilización, Bogotá será la primera ciudad de Colombia en contar con el Observatorio de Residuos (Africano 2021).

Esta herramienta *online* permitirá mantener una base actualizada de la cantidad, tipo de residuos, su aprovechamiento y disposición. Este observatorio sería factible replicarlo también en el DMQ y otras ciudades a nivel regional y por qué no a nivel global. El objetivo de esta herramienta es ayudar a los gobernantes a la toma de decisiones y creación de nuevas PP que apunten al mejoramiento de la gestión de RSU y la transición del metabolismo urbano lineal al metabolismo urbano circular que toda ciudad debería propender (Africano 2021).

Como se ha mencionado con anterioridad, en consenso entre los entrevistados y revisión bibliográfica se alude en tomar como punto de partida la educación ambiental en todo ámbito y escala. Quizá la solución no sea seguir creando más PP, sino que se den cumplimiento a las que ya existen y conjugarlas con severas multas, sobre todo a grandes productores quienes intervienen en primer lugar a la contaminación ambiental, a través de generación de GEI. Para cerrar el documento, se da paso ahora a las conclusiones de la presente investigación.

## Conclusiones

A pesar de las distintas realidades que enfrentan los territorios, la emisión de gases de efecto invernadero es un factor que complejiza los problemas ambientales locales existentes. En esta investigación se encuentra que la mala gestión de residuos sólidos urbanos es un problema reconocido por la administración pública y la sociedad en su conjunto. Dentro de las mayores y principales fuerzas impulsoras del aumento de desechos están, el crecimiento poblacional, hábitos de consumo desmedidos y generación de residuos en una lógica de metabolismo lineal que caracteriza a las ciudades.

La producción de residuos es un desafío apremiante que debe atenderse de manera integral. Se requiere intervenir en todos los niveles y escalas de eslabones que componen un modelo de gobernanza ambiental. Merece la pena transformar la desventaja de la visión limitada del metabolismo lineal hacia el metabolismo circular. El objetivo disruptivo de esta perspectiva es cesar la extracción de recursos naturales, cuando en medio de la “basura” se encuentra materia prima altamente aprovechable y apta para reintroducirse a la cadena de valor. Esto es, se trata de la economía circular, el consumo inteligente y el *zero waste* de carbono neutralidad.

La transición ecológica no sólo es competencia del gobierno local de cada ciudad. Al ejercer sus competencias de diseño, implementación y ejecución de un modelo de gestión integral de residuos; sino también resulta central la participación ciudadana en relación con la separación en la fuente, clasificación de residuos, cambios en los hábitos de consumo, como su involucramiento con la educación y cultura ambiental. La ausencia de estas intervenciones significa la saturación de los rellenos sanitarios, riesgo en la salud de los habitantes aledaños al sitio de disposición final de residuos sólidos, aparición de vectores, contaminación visual del paisaje, entre otros problemas socioambientales interrelacionados.

En el caso del gobierno local del DMQ anunció recientemente el inicio de estudios de línea base para el diseño de un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos que contempla el procesamiento de residuos orgánicos de mercados, áreas verdes y la producción de abono orgánico a nivel doméstico. Por su parte, el gobierno local de Bogotá a partir del 2021 ha integrado los residuos orgánicos en su modelo de gestión.

A la luz de los avances más prometedores en esta materia, los gobiernos locales junto a sus socios locales pueden incorporar técnicas de aprovechamiento como lo es el compostaje, lombricultura, takakura o bokashi. La implementación de cualquiera de estas estrategias significa aliviar la capacidad de carga de los rellenos sanitarios y el aumento de réditos económicos para los municipios producto de la comercialización de la materia prima a obtenerse. Además de la contribución al ecosistema producto de la disminución de gases de efecto invernadero (GEI).

## **Lista de abreviaturas**

ASE	Áreas de Servicio Exclusivo
ALC	América Latina y el Caribe
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CC	Cambio Climático
CEGAM	Centros de Educación y Gestión Ambiental
DMQ	Distrito Metropolitano de Quito
EMASEO EP	Empresa Pública Metropolitana de Aseo de Quito
EMGIRS EP	Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos
FODA	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
GEI	Gases de Efecto Invernadero
INEPE	Instituto de Investigación, Educación y Promoción Popular del Ecuador
ONG	Organizaciones No Gubernamentales
PDA	Pérdidas y desperdicios de alimentos
PGIRS	Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos
PP	Políticas Públicas
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
UAESP	Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos

## Anexos

### Anexo 1. Entrevista para actores clave en relación con proyectos de liderazgo en gestión de residuos orgánicos Quito

Nombre del entrevistado:

Ocupación:

Entidad:

#### Contexto

Mi nombre es Gabriela Obando Moreno y soy estudiante de la Especialización en Liderazgo, Cambio Climático y Ciudades en FLACSO Ecuador, período 2021-2022. En la actualidad me encuentro desarrollando mi tesina como requisito previo a la graduación; esta se titula: *“Análisis de los modelos para la gestión de residuos orgánicos como estrategias de mitigación al cambio climático: experiencias en el Distrito Metropolitano de Quito y Bogotá, 2019-2020”*. Como objetivo general de mi investigación está el establecer las características estructurantes de los modelos para la gestión de residuos orgánicos como estrategia de mitigación al cambio climático implementados en ambas ciudades de Latinoamérica. Por esta razón el desarrollo de la siguiente entrevista solicito su apoyo y consentimiento para entrevistarle con preguntas enfocadas en la gestión de residuos orgánicos que servirán de apoyo para robustecer el desarrollo de la presente.

La guía de entrevista está diseñada con dos secciones. La primera corresponde a preguntas relacionadas con la gestión de residuos orgánicos que se ejecuten en su empresa, proyecto, ONG, emprendimiento. La segunda se encamina a la relación entre actores clave y gobernanza local.

De antemano agradezco la atención prestada a la presente y segura de contar con su valiosa participación, le invito a contestar con toda sinceridad las siguientes preguntas que se detallan a continuación. Esta entrevista está estimada con una duración de 15 minutos aproximadamente.

**Consentimiento de uso y divulgación de la información recabada en la entrevista, su uso es de orden académico:**

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

#### Preguntas

**Marca con una X y detalle su respuesta donde corresponda**

#### SECCIÓN DE GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNCOS

**1. ¿Desde cuándo comenzó el funcionamiento de tu empresa/proyecto/ONG/ emprendimiento?**

a) Antes de la pandemia \_\_\_\_\_

b) Durante la pandemia \_\_\_\_\_

Coloque el año específico de inicio de sus labores \_\_\_\_\_

2. ¿Cuáles son los mecanismos de recolección de residuos orgánicos que ejecuta?

**A pie de vereda.** - significa que cada ciudadano deja sus residuos orgánicos debidamente clasificados y usted lo recolecta, sin un horario ni frecuencia establecida.  
**Minadores.** - significa hurgar entre la basura de la población sin clasificación previa y rescatar todo residuo orgánico.  
**Recolección en la fuente.** - significa asistir al domicilio/restaurante/centro comercial, entre otros y restirar todo el residuo orgánico que se haya generado bajo un esquema establecido de horario y frecuencia.  
**Puntos de acopio.** - significa que cada ciudadano se acerca a un punto fijo de recolección con los residuos orgánicos que haya generado y los deposita para su debida gestión.  
**A través de intermediarios.** - significa pagar un rubro económico a terceros para que ejecute la recolección de los residuos orgánicos y usted se encargue solamente de la gestión.

- a) A pie de vereda\_\_\_\_\_
- b) Minadores\_\_\_\_\_
- c) Recolección en la fuente\_\_\_\_\_
- d) Puntos de acopio\_\_\_\_\_
- e) A través de intermediarios\_\_\_\_\_

3. ¿Qué técnica de gestión de residuos orgánicos utilizas y por qué?

**Compostaje.** - transformación biológica de la materia orgánica a abono/humus/compost gracias a su descomposición aerobia, es decir en presencia de oxígeno.  
**Lombricultura.** - cultivo de lombrices californianas *Eisenia foetida* con el objetivo de reciclar residuos orgánicos biodegradables para la obtención de vermicompost.  
**Bokashi.** – obtención de abono orgánico resultante de la fermentación aerobia de materia vegetal y animal más minerales y microorganismos para enriquecerlo y provocar fermentación.  
**Takakura.** - intervención de microorganismos innatos de alimentos fermentados y aquellos que están en el ecosistema de manera natural para eliminar aquellos que perjudican al suelo.

- a) Compostaje
  - b) Lombricultura
  - c) Bokashi
  - d) Takakura
- Por qué usa esa técnica:\_\_\_\_\_

4. ¿Qué cantidad de residuos orgánicos gestionan mensual y anualmente?

Coloque la cantidad aproximada mensual\_\_\_\_\_

Coloque la cantidad aproximada anual\_\_\_\_\_

5. ¿Cuáles son los productos derivados que obtienen de la gestión de los residuos orgánicos?

**Humus/compost.** – tierra de color muy negro enriquecida con nutrientes y minerales enriquecedores del suelo (obtenido mediante procesos aerobios y/o anaerobios).  
**Vermicompost.** – tierra altamente enriquecida por nutrientes producto de la excreción de las lombrices.

- a) Humus
- b) Compost
- c) Vermicompost
- d) Biogas
- e) Todas las anteriores

## SECCIÓN ACTORES CLAVE Y GOBERNANZA LOCAL

### 6. ¿Mantiene alguna relación con gobernantes locales dentro de la gestión de residuos orgánicos?

- a) Trabajamos en conjunto con los presidentes de barrios\_\_\_\_\_
- b) Trabajamos a la par con el alcalde de la ciudad\_\_\_\_\_
- c) Trabajamos en alianza estratégica con iniciativas de reciclaje de RSU como la RENAREC (Red Nacional de Recicladores del Ecuador)\_\_\_\_\_
- d) Trabajamos de manera independiente, autónoma y con nuestros recursos\_\_\_\_\_

### 7. ¿Ha existido un verdadero apoyo o interés en crear alianzas estratégicas con los actores estratégicos (academia, actores públicos, actores privados)?

- a) Si\_\_\_\_\_
- b) No\_\_\_\_\_
- c) A veces\_\_\_\_\_

De ser afirmativa su respuesta, explique qué estrategias se han desarrollado y con quién o quiénes se han formado nuevas alianzas\_\_\_\_\_

### 8. Desde su experiencia: ¿cuáles han sido los principales desafíos a los que se ha enfrentado?

- a) Falta de cultura ambiental en la población\_\_\_\_\_
- b) Desconocimiento por parte de los ciudadanos acerca de la clasificación de residuos desde la fuente\_\_\_\_\_
- c) Ausencia colaborativa entre el gobierno local y red de actores privados\_\_\_\_\_
- d) Todos los anteriores\_\_\_\_\_
- e) Otro\_\_\_\_\_

### 9. ¿Cómo cree usted que se pueda motivar a la población en general acerca de la gestión y clasificación de sus residuos incluidos los orgánicos?

- a) Incentivos económicos\_\_\_\_\_
- b) Disminución en la tasa de impuestos\_\_\_\_\_
- c) Aplicación de impuestos verdes\_\_\_\_\_
- d) Canjes por productos en supermercados\_\_\_\_\_
- e) Todas las anteriores\_\_\_\_\_
- f) Otro\_\_\_\_\_

**10. ¿Qué política pública considera usted debería implementarse para fortalecer la gobernanza local y/o nacional?**

**Gobernanza** se entiende como el cumplimiento de objetivos planteados en planes y/o programas del Estado para cumplir con responsabilidad y eficiencia la gestión pública.

Por favor detallar: \_\_\_\_\_

## **Anexo 2. Entrevista a actores clave dentro de la gestión actual de RSU o exfuncionarios**

Nombre del entrevistado:

Ocupación:

Entidad:

Contexto

Mi nombre es Gabriela Obando Moreno y soy estudiante de la Especialización en Liderazgo, Cambio Climático y Ciudades en FLACSO Ecuador, período 2021-2022. En la actualidad me encuentro desarrollando mi tesina como requisito previo a la graduación; esta se titula: *“Análisis de los modelos para la gestión de residuos orgánicos como estrategias de mitigación al cambio climático: experiencias en el Distrito Metropolitano de Quito y Bogotá, 2019-2020”*. Como objetivo general de mi investigación está el establecer las características estructurantes de los modelos para la gestión de residuos orgánicos como estrategia de mitigación al cambio climático implementados en ambas ciudades de Latinoamérica. Por esta razón el desarrollo de la siguiente entrevista solicito su apoyo y consentimiento para entrevistarle con preguntas enfocadas en la gestión de residuos orgánicos que servirán de apoyo para robustecer el desarrollo de la presente.

De antemano agradezco la atención prestada a la presente y segura de contar con su valiosa participación, le invito a contestar con toda sinceridad las siguientes preguntas que se detallan a continuación. Esta entrevista está estimada con una duración de 15 minutos aproximadamente.

### **Consentimiento de uso y divulgación de la información recabada en la entrevista**

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

### **Instrucciones**

La siguiente entrevista estará compuesta por preguntas tipo semi estructuradas con el objetivo de que exista una amplitud en cada una de las respuestas, me permita profundizar en el tema de mi investigación y expandirlo conforme sea necesario para el objetivo de estudio.

### **Preguntas**

#### **1. ¿El Distrito Metropolitano de Quito actualmente realiza alguna gestión integral y recolección diferenciada de residuos orgánicos?**

- a) Si (pase al literal c)\_\_\_\_\_
- b) No\_\_\_\_\_
- c) Explique cómo lo hacen e indique la cantidad de toneladas mensuales o anuales que recogen y gestionan\_\_\_\_\_

#### **2. ¿Cuáles son las dificultades que se han detectado y han impedido la correcta ejecución del modelo de gestión de residuos sólidos que actualmente se ejecuta en el Distrito Metropolitano de Quito?**

- a) Destrucción y mal uso de contenedores\_\_\_\_\_
- b) Irrespeto a las frecuencias y horarios establecidos\_\_\_\_\_
- c) Falta de conciencia ciudadana\_\_\_\_\_
- d) Todas las anteriores\_\_\_\_\_
- e) Otro\_\_\_\_\_

**3. Para atender a los residuos orgánicos, ¿cuáles son los actores clave que se necesitaría implementar en el modelo de gestión actual de gestión de residuos sólidos urbanos del DMQ?**

- a) Academia
- b) ONG's, emprendimiento o proyectos locales \_\_\_\_\_
- c) Recicladores de base \_\_\_\_\_
- d) Todas las anteriores \_\_\_\_\_
- e) Otros \_\_\_\_\_

**4. ¿Cuáles son las fortalezas y debilidades de la Secretaría del Ambiente / EMASEO frente a la gestión de residuos orgánicos?**

Por favor detallar: \_\_\_\_\_

**5. ¿Existe alguna política pública vigente o en proceso aprobatorio que sancione la mala gestión de residuos orgánicos o evite la desmedida generación de estos?**

- a) Si
  - b) No
  - c) En proceso
- De contestar el literal a o el literal c, por favor detallar \_\_\_\_\_

**6. ¿Qué políticas públicas considera urgentes añadirlas a la gobernanza nacional (Ecuador) y local (Quito) para enfrentar el cambio climático producido por los residuos sólidos/orgánicos?**

Por favor detallar: \_\_\_\_\_

**7. ¿Qué estrategia considera la más adecuada para la concientización ciudadana, empoderamiento y cultura ambiental en cada habitante del Distrito Metropolitano de Quito?**

- a) Incentivos económicos \_\_\_\_\_
- b) Disminución en la tasa de impuestos \_\_\_\_\_
- c) Aplicación de impuestos verdes \_\_\_\_\_
- d) Canjes por productos en supermercados \_\_\_\_\_
- e) Todas las anteriores \_\_\_\_\_
- f) Otro \_\_\_\_\_

### Anexo 3. Matriz analítica de la investigación

<b>Tema:</b> Análisis de los modelos para la gestión de residuos orgánicos como estrategias de mitigación al cambio climático: experiencias de Quito y Bogotá, 2019-2020			<b>Pregunta:</b> ¿Cuáles son las características de los modelos para la gestión de residuos orgánicos como estrategia de mitigación al cambio climático implementados en Quito y Bogotá 2019-2020?			
<b>Tipo de estudio:</b> La presente investigación aplicada es de tipo explicativa a fin de establecer las características estructurales de los modelos para la gestión de residuos orgánicos como estrategia de mitigación al cambio climático implementados en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador y Bogotá, Colombia						
<b>Objetivos</b>	<b>Postura/enfoque teórico</b>	<b>Estado de la cuestión/categoría</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Método Mixto</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Identificar las características de los modelos para la gestión de residuos orgánicos como estrategia de mitigación al cambio climático.	Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular (Lett 2014) Metabolismo urbano: herramienta para la sustentabilidad de las ciudades (Díaz 2014)	Diagnóstico del nuevo modelo de aseo en Bogotá: el nuevo PGIRS (Veeduría distrital 2018) Programa “Quito a Reciclar” Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS)	1. Generación per cápita de residuos sólidos (kg/hab/día) 2. Generación de residuos sólidos domiciliarios por ciudad (Ton/año)	Cuantitativo, Cualitativo	Análisis de fuentes secundarias Mapeo de Actores	Páginas Web Informes de gestión Diagramas Inventario Nacional de GEI presentado dentro del Primer Informe Bienal de Actualización Mapa mental
Establecer las características estructurales y buenas prácticas que comparten los modelos para la gestión de residuos orgánicos.	Ecología política y geografía crítica de la basura en Ecuador (Solíz 2015) Cartografía de los residuos sólidos en Ecuador (Solíz <i>et al.</i> 2020)	Manual de compostaje para municipios (Eva Röben 2002) Manual de aprovechamiento de residuos orgánicos municipales – Quito (MAAE 2020) Situación de la gestión de residuos sólidos en América Latina y el Caribe (BID 2015)	1. Buenas prácticas ambientales en cuestión de gestión de residuos orgánicos 2. Cobertura de recolección (%) 3. Eficiencia de camiones recolectores (%) 4. Denuncias o reclamos de la comunidad (#/año; #/mes)	Cualitativo, Cuantitativo	Análisis de fuentes oficiales DELPHI	Páginas Web Municipales / gobiernos autónomos descentralizados (GAD) Plataformas virtuales Lista de preguntas
Generar propuestas de mejora dentro de las políticas públicas en cuanto a la gestión de residuos sólidos, con énfasis en residuos orgánicos del Distrito Metropolitano de Quito.	Un mundo en proceso de urbanización (Lee 2007) Gestión de residuos sólidos urbanos: análisis económico y políticas públicas (Cerdá 2016)	Propuesta de políticas integrales de gestión ambientalmente adecuada de manejo de residuos sólidos para el Distrito Metropolitano de Quito (Arrieta 2017)	1. Número de proyectos piloto para alternativas de manejo de residuos orgánicos	Cualitativo	Revisión política pública vigente Casos de estudio Entrevista	Fuentes primarias y secundarias Guía de entrevista

Fuente: Datos tomados del trabajo investigativo (2022).

## Anexo 4. Flujoograma Gestión Integral de Residuos



Fuente: Atlas Ambiental DMQ (2016, 218-219).

## Lista de referencias

- Abruzzese, Leo, Estrella Peinado-Vara, Germán Sturzenegger y Ricardo Valencia. 2017. “Avances y desafíos para el reciclaje inclusivo: evaluación de 12 ciudades de América Latina y el Caribe”. <https://publications.iadb.org/es/publicacion/13984/avances-y-desafios-para-el-reciclaje-inclusivo-evaluacion-de-12-ciudades-de>
- Ahsan, Amimul, Muhammed Alamgir, Moetaz Elsergany, Shahriar Shams, M.K Rowshon, y Nn Nik Daud. 2014. “Assessment of Municipal Solid Waste Management System in a Developing Country”. *Chinese Journal of Engineering* 1-12. doi.org/10.1155/2014/561935.
- Africano, Mariana. 2021. “Bogotá tiene nuevo modelo de gestión de residuos”. <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/habitat/bogota-tiene-nuevo-modelo-de-gestion-de-residuos>
- Alcaldía de Bogotá. 2008. “Mi ciudad sin basura... Demuestra tu amor por Bogotá”. [http://www.habitatbogota.gov.co/sdht/index.php?option=com\\_content&task=view&id=306&Itemid=118](http://www.habitatbogota.gov.co/sdht/index.php?option=com_content&task=view&id=306&Itemid=118)
- André, Francisco y Emilio Cerdá. 2006. “Gestión de residuos sólidos urbanos: análisis económico y políticas públicas”. *Cuadernos públicos de ICE* 71: 71 – 91.
- Arias, José Luis. 2020. *Técnicas e instrumentos de investigación científica*. Perú: Enfoques consulting. <https://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2238>
- Atlas Ambiental. 2016. “Atlas Ambiental, Quito Sostenible”. [https://issuu.com/fiorum/docs/atlas\\_ambiental\\_2015\\_primera\\_parte](https://issuu.com/fiorum/docs/atlas_ambiental_2015_primera_parte)
- Atilio, Savino, Gustavo Solórzano, Carina Quispe y Magda Carolina Correal. 2018. Gestión de residuos como prioridad política en la región. Perspectiva regional de la gestión de residuos en América Latina y el Caribe. ONU Medio ambiente. Oficina para América Latina y el Caribe.
- Banco Mundial. 2018. “Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los residuos sólidos”. <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>
- Bárcena, Alicia, Joseluis Samaniego, Wilson Peres, José Eduardo Alatorre. 2020. “El cambio climático a nivel mundial”. En *La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe ¿Seguimos esperando la catástrofe o pasamos a la acción?*, 43-50. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

- Baquero, Victoria. 2019. “Aprovechamiento de residuos orgánicos residenciales para la generación de abono en Bogotá. Tesis de especialidad, Universidad de América Colombia.
- Bryman, Alan. 2012. *Social research methods*. Oxford: Oxford University Press.
- Carrera, Nadia. 2020. “EMASEO ha recolectado más de 143.000 toneladas de residuos sólidos en esta emergencia sanitaria”. <http://www.emaseo.gob.ec/emaseo-ha-recolectado-mas-de-143-000-toneladas-de-residuos-solidos-en-esta-emergencia-sanitaria/>
- CCA. 2017. Caracterización y gestión de los residuos orgánicos en América del Norte, informe sintético. Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal. <http://www3.cec.org/islandora/es/item/11770-characterization-and-management-organic-waste-in-north-america-white-paper>
- Coba, Gabriela. 2021. “En Ecuador se pierden 72 kilos de alimentos anuales por persona”. <https://www.primicias.ec/noticias/economia/ecuador-desperdicio-kilos-alimentos-anuales/>
- Coello, Magdalena, Benigno Rodríguez, Yomar González y José Hidalgo. 2021. “Aprovechamiento energético de la biomasa residual: caso de estudio de los restos de comida de familias de estudiantes de la Universidad de Guayaquil, para producción de biogás”. *Revista FIGEMPA* **12 (2)**: 15-25.
- Creswell, John W. 2003. *Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Los Angeles, Calif: SAGE. [https://www.ucg.ac.me/skladiste/blog\\_609332/objava\\_105202/fajlovi/Creswell.pdf](https://www.ucg.ac.me/skladiste/blog_609332/objava_105202/fajlovi/Creswell.pdf)
- Desing, Harald, Dunnia Brunner, Fabian Takacs, Stéphane Nahrath, Karolin Frankenberger, Roland Hischer. 2020. “A circular economy within the planetary boundaries: Towards a resource-based systemic approach”. *Resources, Conservation and Recycling* 155: 1-14. doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104673.
- Delgado, Gian Carlo, Cristina Campos Chávez y Patricia Rentería Juárez. 2012. “Cambio climático y el metabolismo urbano de las Megaurbes Latinoamericanas”. *Hábitat Sustentable* **2 (1)**: 2-25.
- Díaz, Jesús de la Paz. 2020. “Cambio climático: el metabolismo urbano de las ciudades brasileñas. Análisis, evolución y estrategias de preservación”. Tesis de grado, Universidad de Alcalá.
- Diaz, L.F, L.L Eggerth, G.M Savage y C.G Golueke. 2002. The role of composting in the management of solid wastes in economically developing countries. In *Appropriate*

- Environmental and solid waste management and technologies for Developing Countries 2: 1353-1361.
- Díaz, Cristian. 2014. “Metabolismo urbano: herramienta para la sustentabilidad de las ciudades”. *Revistas Unam* 2 (2): 51-70.
- Fernández, Ramón. 2012. “El Antropoceno: la crisis ecológica se hace mundial. La expansión del capitalismo global choca con la Biosfera”. [https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/adjuntos-spip/pdf/el\\_antropoceno.pdf](https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/adjuntos-spip/pdf/el_antropoceno.pdf)
- Ecuador Noticias. 2016. “Mapa del Distrito Metropolitano de Quito”. <https://ecuadornoticias.com/mapa-del-distrito-metropolitano-de-quito>
- EEA (European Environmental Agency). 2020. “Greenhouse gas emissions from waste”. [https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20200123-1#:~:text=Waste%20is%20the%20fourth%20largest,and%20industrial%20processes%20\(8%25\)](https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20200123-1#:~:text=Waste%20is%20the%20fourth%20largest,and%20industrial%20processes%20(8%25))
- Ellen MacArthur Foundation. 2017. “Economía circular”. <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/concepto>
- Ellen MacArthur Foundation. 2020. “Universal Policy Goal to Enable a Circular Economy at Scale”.
- EMASEO (Empresa Pública Metropolitana de Aseo de Quito). 2016. “Recolección mecanizada”. <http://www.emaseo.gob.ec/servicios/recoleccion-mecanizada/>
- EMGIRS (Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos). 2019. “Estadísticas de la operación del relleno sanitario de Quito y estaciones de transferencia”. <https://www.emgirs.gob.ec/index.php/zentools/zentools-list>
- Espino, Giancarlo. 2019. “Estudio de mercado de un abono líquido de frutas de residuos orgánicos del mercado Moshoqueque en el 2019”. Tesis de bachillerato, Universidad Tecnológica del Perú.
- Espinoza-Quispe, Carlos Enrique, Fredy Martin Marrero-Saucedo y Rene Antonio Hinojosa-Benavides. 2020. “Manejo de residuos sólidos en la gestión municipal de Huancavelica, Perú”. *Letras Verdes* 28: 163-177. doi.org/10.17141/letrasverdes.28.2020.4269.
- Ezeah, Chukwunonye, Jak A. Fazakerley y Clive Roberts. 2013. “Emerging trends in informal sector recycling in developing and transition countries”. *Waste Manage* 33 (11): 1-11. doi.org/10.1016/j.wasman.2013.06.020.
- Gallego, Luz. 2019. “Formulación de una propuesta de aprovechamiento de residuos orgánicos como aporte a una Gestión Ambiental Sostenible. Caso de estudio plaza de

- mercado, Municipio de Facatativá, Cundinamarca”. Tesis de pregrado, Universidad El Bosque.
- Gobierno de Bogotá. 2020. “Bogotá le apuesta al aprovechamiento de residuos”.  
<https://bogota.gov.co/mi-ciudad/habitat/bogota-le-apuesta-al-aprovechamiento-de-residuos>
- Gómez, Jesica. 2021. “Estado del arte de la inclusión de residuos orgánicos para la creación de una mezcla de cemento que implemente la economía circular”. Monografía, Universidad Santo Tomás.
- González, Dania. 2013. “¿Puede una ciudad ser sustentable?”. *Energía y tú* 10: 17-20.  
<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia10/HTML/articulo06.htm>
- Hincapié, Esteban. 2017. “Residuos orgánicos producidos en viviendas: una mirada desde su potencial para la producción de energía”. Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia.
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). 2018. “Boletín Técnico N°01–2017–GAD Municipales: Gestión de Residuos Sólidos”.  
[https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Municipios\\_2017/Residuos\\_solidos\\_2017/Boletin\\_Tecnico\\_Residuos\\_2017.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2017/Residuos_solidos_2017/Boletin_Tecnico_Residuos_2017.pdf)
- Jantz, Marcela Noemí y Carlos Alberto Ruggerio. 2021. “Tratamiento de los residuos sólidos orgánicos domésticos como estrategia para la mitigación del impacto ambiental negativo de la gestión de residuos en áreas urbanas”. *Ambiente En Diálogo* 2: 1-26.  
<http://ojs.opds.gba.gov.ar/index.php/aed/article/view/30/55>
- Jaramillo, Gladys y Liliana María Zapata. 2008. “Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia”. Tesis de especialidad, Universidad de Antioquia Colombia.
- Kalmykova, Yuliya, Madumita Sadagopan y Leonardo Rosado. 2018. "Circular economy– From review of theories and practices to development of implementation tools." *Resources, Conservation and Recycling* 135:1-12.
- Kennedy, Christopher, John Cuddily, Joshua Engel-Yan. 2007. “The Changing Metabolism of Cities”. *Journal of Industrial Ecology* **11 (2)**: 43-59.
- Korhonen, Jouni, Antero Honkasalo, y Jyri Seppälä. 2018. "Circular economy: the concept and its limitations." *Ecological economics* 143:37-46.
- La Hora. 2017. “Menos del 2% de basura se recicla en la ciudad”.  
<https://lahora.com.ec/noticia/1102062295/menos-del-2-de-basura-se-recicla-en-la-ciudad>

- Lee, Kai. 2007. “Un mundo en proceso de urbanización”. *O’Meara Sheeman* 45-74.
- Lett, Lina. 2014. “Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular”. *Revista Argentina de Microbiología* **46** (1): 1-2.
- MAAE (Ministerio del Ambiente y Agua Ecuador). 2020. Manual de aprovechamiento de residuos sólidos municipales. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/07/MANUAL-DE-APROVECHAMIENTO-DE-RESIDUOS-ORGANICOS-MUNICIPAL.pdf>
- MacKillop, F. 2014. “El metabolismo urbano”. Presentación en Power Point.
- Mapa de Colombia. s/f. “Mapa de Bogotá, Colombia”. <https://mapadecolombia.org/mapa-de-bogota-colombia>
- Marmolejo, Luis, Patricia Torres, Edgar R. Oviedo, Diego F. Bedoya, Claudia P. Amezquita, Rafael Klinger, Fred Albán y Luis F. Díaz. 2009. “Flujo de residuos: Elemento base para la sostenibilidad del aprovechamiento de residuos sólidos municipales”. *Ingeniería y competitividad* 11(2): 79-93. <https://www.redalyc.org/pdf/2913/291323541009.pdf>
- Mayer, Felix Ramchandra Bhandari, Stefan Gäth. 2019. “Critical review on life cycle assessment of conventional and innovative waste-to-energy technologies”. *Science of The Total Environment* 672: 708-721. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.449.
- Méndez, Fabian, Olga Gómez, Sandra Girón, Julio Mateus, Janeth Mosquera, Paola Filigrana, Rosa Gómez, Carmen Ocampo y Leonel Gullosó. 2006. “Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia”. <https://manuelsarmiento.com/wp-content/uploads/2017/08/evaluacionImpactoRSDJ.pdf>
- Sampieri, Roberto. 2014. *Metodología de la investigación*. México: Interamericana Editores.
- Sampieri, Roberto y Christian Mendóza. 2018. *Metodología de la investigación, las rutas cuantitativa cualitativa y mixta*. Ciudad de México. <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1292>
- Mertens, Donna. 2010. “Transformative Mixed Methods Research”. *Qualitative Inquiry* 16 (6): 469-474. doi.org/10.1177/1077800410364612.
- Murray, Iván. 2005. “Huellas en la playa de s’Arenal. La huella del impacto humano sobre la Tierra y en las Islas Baleares”. II Jornadas “Sociedad y Medio Ambiente” Salamanca.
- National Academy of Science. 2021. “Humans are causing global warming”. <https://sites.nationalacademies.org/BasedOnScience/climate-change-humans-are-causing-global-warming/index.htm>.

- Neuman, W. Lawrence. 2009. *Social Research Methods: Qualitative and Quantitative Approaches*. WitheWater: Wiscosin.  
[https://www.researchgate.net/publication/279187391\\_Social\\_Research\\_Methods\\_Quantitative\\_and\\_Quantitative\\_Approaches](https://www.researchgate.net/publication/279187391_Social_Research_Methods_Quantitative_and_Quantitative_Approaches)
- Lebreton, Laurent, Boyan Slat, Francesco F. Ferrari *et al.* 2018. “Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic”. *Scientific Reports* 8 (4666): 1-15.[doi.org/10.1038/s41598-018-22939-w](https://doi.org/10.1038/s41598-018-22939-w)
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). 2019. “Las ciudades, “causa y solución” del cambio climático”. <https://news.un.org/es/story/2019/09/1462322>.
- Ortiz, María de los Ángeles, Victoria Matamoro y Jimena Psathakis. 2016. “Guía para confeccionar un mapeo de actores. Bases conceptuales y metodológicas”.  
<http://45.79.210.6/wp-content/uploads/2017/03/Gu%C3%ADa-para-confeccionar-un-Mapeo-de-Actores.pdf>
- Paes, Luis Alberto, Barbara Stolte Bezerra, Rafael Mattos Deus, Daniel Jugend y Rosane Aparecida Gomes Battistelle. 2019. “Organic solid waste management in a circular economy perspective -A systematic review and SWOT análisis”. *Journal of Cleaner Production* 239: 1-12. [doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118086](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118086).
- Papaqui, Horacio. 2020. “Propuesta de gestión sostenible de residuos sólidos orgánicos en el Tianguis municipal de Santiago Tianguistenco, Estado de México”. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Paul, Johannes G, Joan Arce-Jaque, Neil Ravena y Salome P. Villamor. 2012. “Integration of the informal sector into municipal solid waste management in the Philippines - What does it need?” *Waste Manage* 32: 2018-2028. [doi.org/10.1016/j.wasman.2012.05.026](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.05.026).
- Ponce, María de Fátima y Mario Pasco. 2015. *Guía de investigación*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.  
<https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/172009>
- Poveda, Michelle. 2022. “El Municipio trabaja en una solución definitiva para el relleno sanitario de El Inga, que tendrá vida útil hasta el 2024”.  
<https://criteriosdigital.com/contexto/mpoveda/relleno-sanitario-el-inga-vida-util-2024/>
- Prefectura de Pichincha. 2017. “Distrito Metropolitano de Quito”.  
<https://www.pichincha.gob.ec/cantones/distrito-metropolitano-de-quito>
- Pulido, Ana, Juan Turriago, Rodrigo Jimpenez, Carlos Torres, Aura Rojas, Nidya Chaparro, Edison Ortiz, Sandra Granados, Juliana Rodríguez, Viviana Berrío, Ilba Figueroa, Ángela Bohorquez, Sergio Rojas y Juan López. 2016. “Inventario nacional y

- departamental de Gases Efecto Invernadero – Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático”.
- <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023634/INGEI.pdf>
- Quito Informa. 2022. “Quito construye un modelo de gestión integral de residuos sólidos para 10 años”. <http://www.quitoinforma.gob.ec/2022/02/18/quito-construye-un-modelo-de-gestion-integral-de-residuos-solidos-para-10-anos/#:~:text=Quito%20construye%20un%20modelo%20de%20gesti%C3%B3n%20integral%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos%20para%2010%20a%C3%B1os,-18%20>.
- Ramírez, Laura. 2021. “Conoce el ABC del Plan de Acción Climática en Bogotá”. <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/ambiente/abece-del-plan-de-accion-climatica>.
- Ramos Gutiérrez, Pedro E. 2020. “Una tecnología equivocada, el problema del Relleno Sanitario Doña Juana”. <http://unperiodico.unal.edu.co/pages/detail/una-tecnologia-equivocada-el-problema-del-relleno-sanitario-dona-juana/>
- RGS (Red de Gestores Sociales). 2007. “La ciudad seguirá obligada a recibir las basuras de cuarenta municipios”. <http://www.rgs.gov.co/noticias.shtml?x=13670>
- Rojas, Pablo. 2014. Residuos sólidos y calentamiento global\_Parte 1. CEGESTI. *Éxito empresarial* 254: 1-3.
- [http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion\\_254\\_310314\\_es.pdf](http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_254_310314_es.pdf)
- Rondón, Estefani, Marcel Szantó, Juan Francisco Pacheco, Eduardo Contreras y Alejandro Gálvez. 2016. “Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios”. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40407/1/s1500804\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40407/1/s1500804_es.pdf)
- Ruíz, Elena, Julia Moreno y Raquel Suárez. 2019. “Buenas prácticas corporativas en materia de reducción de pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe”. [https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Buenas\\_pr%C3%A1cticas\\_corporativas\\_en\\_materia\\_de\\_reducci%C3%B3n\\_de\\_p%C3%A9rdidas\\_y\\_desperdicios\\_de\\_alimentos\\_en\\_Am%C3%A9rica\\_Latina\\_y\\_el\\_Caribe\\_es\\_es.pdf](https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Buenas_pr%C3%A1cticas_corporativas_en_materia_de_reducci%C3%B3n_de_p%C3%A9rdidas_y_desperdicios_de_alimentos_en_Am%C3%A9rica_Latina_y_el_Caribe_es_es.pdf)
- Saldaña-Durán, Claudia, Paz Hernández-Rosales, Sara Messina-Fernández y José Pérez-Pimienta. 2013. “Caracterización física de los residuos sólidos urbanos y el valor agregado de los materiales recuperables en el vertedero el Iztete, de Tepic-Nayarit, México”. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 29: 25-32.
- Secretaría del Ambiente Quito. s/f. “Programa Quito a Reciclar”. [https://captur.travel/images/PDF/Quito\\_a\\_Reciclar.pdf](https://captur.travel/images/PDF/Quito_a_Reciclar.pdf)
- Secretaría del Ambiente Quito. 2015. “Inventario de Huella de Carbono del Distrito Metropolitano de Quito”.

[http://www.quitoambiente.gob.ec/images/Secretaria\\_Ambiente/Cambio\\_Climatico/plan\\_accion\\_climatico\\_quito\\_2020/Inventario%20Huella%20de%20Carbono%20del%20Distrito%20Metropolitano%20de%20Quito%20A%20C3%B1o%202015\\_Final1\(1\).pdf](http://www.quitoambiente.gob.ec/images/Secretaria_Ambiente/Cambio_Climatico/plan_accion_climatico_quito_2020/Inventario%20Huella%20de%20Carbono%20del%20Distrito%20Metropolitano%20de%20Quito%20A%20C3%B1o%202015_Final1(1).pdf)

Secretaría del Ambiente Quito. 2021. “Lanzamiento Plan de Acción de Cambio Climático de Quito”. Video de Facebook Watch, 58:36.

<https://www.facebook.com/ambientequito/videos/lanzamiento-plan-de-acci%C3%B3n-de-cambio-clim%C3%A1tico-de-quito/1115139765671664/>

Solíz, María, Juan Durango, José Solano y Milena Yépez. 2020. *Cartografía de los residuos sólidos en Ecuador*. Quito: Universidad Andina, Sede Ecuador.

<https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/Cartograf%C3%ADa-residuos-s%C3%B3lidos-Ecuador-2020.pdf>

Spellman, Frank. 2022. *The Science of Waste*. Boca Raton: CRC Press.

SSPD (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios). 2008. Situación de la disposición final de residuos sólidos en Colombia.

Torres, Alex. 2021. “Elaboración y producción de abonos orgánicos enriquecidos para su empleo en agricultura ecológica en la parroquia Calpi”. Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Ecuador.

UAESP (Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos). 2018. “Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura”. [https://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP\\_SR.pdf](https://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf)

Universidad de los Andes. s/f. “Bogotá”.

<https://campusinfo.uniandes.edu.co/es/comollegar/bogota>

Varea, María. 2018. “Proyecto de factibilidad para creación de la empresa dedicada a la producción de energía alternativa a partir de desechos y residuos sólidos en la ciudad de Quito, año 2018: Sector La Delicia, Barrio La Josefina. Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador.

Veeduría Distrital. 2020. “Plan de gestión de residuos sólidos PGIRS de Bogotá: recomendaciones para su adopción y modificación”.

<https://www.veeduriadistrital.gov.co/sites/default/files/files/Publicaciones%202020/Plan%20de%20Gestion%20de%20Residuos%20Solidos%20Recomendaciones%20para%20modificacion%20y%20adopcion.pdf>

Wainaina, Steven, Mukesh Kumar Awasthi, Surendra Sarsaiya, Hongyu Chen, Ekta Singh, Amar Kumar, ... Mohammad J. Taherzadeh. 2020. “Resource recovery and circular

economy from organic solid waste using aerobic and anaerobic digestion technologies”.

Bioresource Technology 301: 1-14. doi.org/10.1016/j.biortech.2020.122778.

Wollman, Abel. 1965. “The Metabolism of Cities”. *Scientific American* 213 (3): 178-190.