INFORME FINAL DE LA PASANTÍA

Apoyo en el diseño de un Proyecto de Acuerdo enfocado en el aprovechamiento de los residuos orgánicos de los jardines infantiles de Bogotá D.C.

LAURA CATHERINE TORRES LÓPEZ

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales

Ingeniería Ambiental

Bogotá D.C.

Septiembre de 2023

INFORME FINAL DE LA PASANTÍA

Apoyo en el diseño de un Proyecto de Acuerdo enfocado en el aprovechamiento de los residuos orgánicos de los jardines infantiles de Bogotá D.C.

CONCEJO DE BOGOTÁ D.C.

LAURA CATHERINE TORRES LÓPEZ

Código: 20172180046

TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PASANTÍA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERA AMBIENTAL

PIER PAOLO ZUÑIGA VARGAS

Administrador de Empresas de la Universidad Externado de Colombia,

Especialista en Gestión de Proyectos,

Magíster en Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental

DIRECTOR INTERNO

CHRISTIAN EDUARDO ARROYO RODRIGUEZ

Politólogo de la Universidad Nacional de Colombia,

Especialista en Mercados y Políticas de Suelo en América Latina de la Universidad Nacional de Colombia, Magíster en Planificación Urbana y Regional de la Universidad de Los Andes

DIRECTOR EXTERNO

Contenido

Resumen 7

Antecedentes y Justificación 8

Internacional 8

Nacional 9

Regional 11

Justificación 13

Problema de Investigación 15

Pregunta Problema 16

Objetivos 16

Objetivo general 16

Objetivos Específicos 16

Marco Teórico 17

Proyecto de Acuerdo 17

Jardín Infantil de la Secretaría Distrital de Integración Social 17

Minuta 18

Residuos Orgánicos 19

Residuos Orgánicos de Cocina 19

Separación y Disposición De Residuos 20

Tecnologías Usadas Para El Tratamiento de Residuos Sólidos 22

Compostaje 23
Técnicas Para El Compostaje De Los Residuos Orgánicos 23
Métodos De Compostaje De Los Residuos Orgánicos 24
Sistemas Abiertos de Compostaje 24
Sistemas Cerrados de Compostaje 26
Relleno Sanitario Doña Juana 30
Marco Legal 32
Diseño Metodológico 34
Caracterización De Los Residuos Orgánicos De Los Jardines Infantiles 34
Estructuración Del Compostaje Como Tecnología Apropiada 37
Análisis De Los Impactos Del Relleno Sanitario Doña Juana 38
Volumen de lixiviados: 38
Tiempo de vida útil 40
Resultados 42
Caracterización De Los Residuos Orgánicos De Los Jardines Infantiles 42
Estructuración Del Compostaje Como Tecnología Apropiada 47
Análisis De Los Impactos Del Relleno Sanitario Doña Juana 49
Conclusiones 52
Recomendaciones 54
Bibliografía 56

Tabla de Figuras

Figura 1. Código Nacional de colores para la disposición de residuos. 20

Figura 2. Empresas prestadoras del servicio de aseo. 21

Figura 3. Tipos de recipientes usados como compostera. 27

Figura 4. Compostera vertical o continua. 29

Figura 5. Compostera horizontal o discontinua. 30

Figura 6. Características generales del Relleno Sanitario de Doña Juana. 31

Figura 7. Diagrama de flujo de la caracterización de los residuos sólidos orgánicos. 36

Figura 8. Diagrama de la estructuración del compostaje como tecnología apropiada. 38

Figura 9. Diagrama del análisis de los impactos del Relleno Sanitario Doña Juana 41

Figura 10. Diseño del compostador casero propuesto. 47

Figura 11. Mapa de localización del sistema distrital de Compostaje de Bogotá. 48

Índice de Tablas

Tabla 1. Ventajas y desventajas de los sistemas cerrados horizontal y vertical 30

Tabla 2. Marco Legal. 32

Tabla 3. Proyección a 2023 de población y generación de residuos por años. 39

Tabla 4. Residuos orgánicos por usuario de Jardines Infantiles Diurnos de SDIS. 42

Tabla 5. Residuos orgánicos por localidad y rango de edad de los Jardines Infantiles Diurnos de SDIS. 44

Tabla 6. Residuos orgánicos por usuario de Jardines Infantiles Nocturnos de SDIS. 45

Tabla 7. Residuos orgánicos por localidad y rango de edad de los de Jardines Infantiles Nocturnos de SIDS. 46

Tabla 8. Residuos orgánicos anuales de los Jardines Infantiles de SDIS. 47

Tabla 9. Generación de lixiviados con los residuos sólidos antes y después de la implementación del proyecto de acuerdo 49

Resumen

La generación de residuos es una problemática importante en Bogotá, donde el 55.22% de los residuos son orgánicos y no son aprovechados, impactando negativamente en varios niveles. La política nacional de residuos sólidos de 2016 identificó problemas en la gestión de residuos como la separación en la fuente que es insuficiente y la recolección y transporte no son selectivos. Por este motivo, es importante abordar la problemática de los residuos orgánicos no aprovechados. Una forma de hacerlo es mediante la implementación de acciones y proyectos desde la Administración Pública en los jardines infantiles de la Secretaría Distrital de Integración Social (SDIS), ya que estos no tienen instrumentos para la gestión de los residuos orgánicos producto de sus actividades de preparación y entrega de alimentos, lo cual contribuye a la generación de residuos y a la problemática del Relleno Sanitario Doña Juana (RSDJ). Al reducir los residuos orgánicos generados y no aprovechados, se puede disminuir el impacto negativo en el medio ambiente y mejorar la gestión de residuos en Bogotá. Experiencias internacionales han demostrado que la planificación del manejo de residuos sólidos y el uso de herramientas como la caracterización de residuos pueden ser muy beneficiosos. También han encontrado que el compostaje es un método viable para utilizar los residuos orgánicos y que la educación juega un papel crucial en la promoción del reciclaje y la reducción de residuos. En este sentido, el objeto de la presente pasantía es diseñar un Proyecto de Acuerdo que defina, a través de una norma distrital, los lineamientos generales que deberían adoptarse por parte de los jardines infantiles de SDIS en Bogotá, con el fin de mejorar la gestión de los residuos orgánicos generados por parte de estos centros de atención, desde la formulación de estrategias de manejo de dichos residuos. Para tal fin, la metodología planteada involucra caracterizar y estimar el volumen de residuos generados por los jardines empleando fuentes secundarias. Luego, con base en la caracterización,

proponer estrategias que involucren el uso de compostaje como tecnología apropiada y presentar un posible sistema de recolección que se articule con las huertas urbanas comunitarias; por último, se analiza la reducción de impactos del RSDJ. La presente pasantía se construye en el marco de apoyo a la formulación de un Proyecto de Acuerdo con el equipo de trabajo del concejal Oscar Jaime Ramírez Vahos, quienes serán los encargados de evaluar la viabilidad de la propuesta y llevarla a debate en el Concejo de Bogotá.

Antecedentes y Justificación

Al realizar una revisión bibliográfica de diferentes investigaciones y documentos oficiales, es posible observar que existen diversos estudios a nivel nacional, internacional y regional relacionados conla implementación del reciclaje en instituciones educativas como colegios y jardines. Motivo por el cual,conceptualmente existen diversos avances de los potenciales métodos que pueden ser utilizados para los residuos orgánicos aprovechables, dando cuentas de su viabilidad. A pesar de ello, existen vacíos teóricos,donde, no se evidencia ninguna propuesta a nivel regional, municipal o departamental, que guie metodológicamente las acciones de reciclaje en las instituciones, tal como se muestra en los siguientes referentes teóricos:

Internacional

En México, la investigación realizada por Vega, Barreto, & Montoya (2006) menciona la importancia de planear el manejo de los residuos sólidos, con el uso de herramientas como la caracterización de los mismo. Este estudio realiza un trabajo en campo, específicamente en el Campus Mexicali I de la Universidad Autónoma de Baja California, donde, se estipula la cantidad de residuos generados y el potencial que tienen para ser reciclados. Tras realizar el análisis se menciona que el 33% de los residuos son reciclables y que el 80% proceden de espacios de cocina, tal como la cafetería. Realizando así, un plan de manejo integral de los residuos, con propuestas

como el compostaje o el diseñode obras en la asignatura de artes para evitar el desecho de los mismos.

Por otra parte, un estudio realizado en Argentina por Bustos, (2013) menciona que el compost es un método viable para el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en las instituciones educativas, ya que, es inodoro, es capaz de transformar el material orgánico de manera natural con el apoyo de bacterias, hongos y lombrices. Además, menciona que las prácticas son sencillas, permitiendo que cualquier individuo sea capaz de realizarlas, obteniendo de dicha forma experiencias positivas sin necesidad de grandes inversiones, ni instalaciones industriales.

De la misma manera Chávez & Moya, (2019) en Ecuador, afirma la necesidad de fortalecer la educación ambiental en el ámbito educativo, con énfasis especifico en el aprovechamiento de residuos orgánicos, mencionando que debe ser una postulación hecha desde los primeros grados escolares, tales como primara y preescolar, para que el niño pueda desarrollar una conciencia ambiental en el desarrollo cotidiano de sus actividades. Por ende, el articulo analiza las oportunidades de reciclaje y como se puede implementar alternativas mediante la educación ambiental y las TIC (Tecnologías de Información y Comunicación) y redes sociales. El estudio mediante la recopilación de información demuestra que al realizar acciones de reciclaje es posible disminuir sostenibleme nte los residuos que son desechados mensualmente, y propone que los sectores educativos juegan un papel fundamental en estas acciones correctivas.

Nacional

Ahumada (2021) establece un Plan De Manejo Integral De Residuos Sólidos Para La Institución Educativa Antonio Derka Santo Domingo: El material de que el ser humano ha decidido deshacerse o residuo, es un concepto que debe ser ampliado ya que. Los residuos sólidos en un enfoque más moderno tienen la capacidad de ser reutilizados o convertirse en materia prima para

un nuevo producto. El ser humano le da el nombre de basura, ya que muchos de estos residuos no pueden reusarse e implican hacer una buena disposición final de ellos. Desde la antigüedad, época nómada, el hombre al dedicarse a la agricultura y la caza, utilizaba todos los recursos que tenía y muy pocos eran los desechados,luego con el sedentarismo, al asentarse en ciertos sitios, se fueron generando residuos y con las civilizaciones más complejas, los residuos comienzan a ser un problema por su mal disposición. Desde laantigüedad el manejo dado a los residuos ha sido un problema que hoy en día se ha acrecentado. Una definición más asertiva es que residuos sólidos es el término genérico con que se describen las cosas quese desechan, abarca objetos que la gente suelen llamar basura, desechos y residuos, así la definición de laEPA (Environmental Protection Agency), incluye todo artículo desechado material cuyo destino es la reutilización, el reciclaje o la recuperación (3R), los lodos y los residuos peligrosos. Los términos desechoy residuo sólido se usan más o menos como sinónimos, aunque se prefiere el último en coherencia con laGestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) y en armonía con los lineamientos planteados a nivel mundial en eventos como la Cumbre de Río y la Cumbre de Johannesburgo, donde se definió la jerarquía para la gestión de los residuos sólidos, que integra, en su orden, la reducción en la generación, su aprovechamiento y valorización, el tratamiento y la disposición final. Luego se introduce un instrumentode planificación del sector, denominado “Plan Regional o Local de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS”, mediante el cual las entidades territoriales deben establecer estrategias, programas y proyectossostenibles a corto, mediano y largo plazo. En la búsqueda de soluciones, el Gobierno Nacional promulgóademás la Resolución 1045 de 2003, a través del cual comprometió a los municipios con la formulación e implementación de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS). Posteriormente mediante la Resolución 0754 del 25 de noviembre de 2014 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorioy el Ministerio de Ambiente y

Desarrollo Sostenible, se adoptó la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los PGIRS municipales a nivel nacional. Este documento aborda la propuesta del plan de manejo integral de los residuos de la Instituciónеducativa Antonio Derka Santo Domingo, siendo este un documento preliminar con el ánimo de fomentaren toda la comunidad educativa las buenas prácticas del manejo de los residuos sólidos, propendiendo una mejor cultura.

Regional

Murcia (2020) Diseño e implementación de un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidosen la Institución Educativa Departamental José de San Martin, Sede Rural Lourdes de Tabio Cundinamarca: El adecuado manejo y disposición de residuos sólidos es fundamental para garantizar elderecho de los ciudadanos a un ambiente sano, contribuye al ahorro sostenible de los recursos naturales, trae beneficios en lo económico, social y ambiental. Además, su separación en la fuente genera la posiblerecuperación de los componentes de los residuos y su comercialización, con esto se reducen los desechosque van al relleno sanitario y se disminuye el impacto ambiental negativo que estos causan.

La Institución Educativa Departamental José de San Martín, sede Rural Lourdes, ubicada en el sector el Chicú, vereda Paloverde del municipio de Tabio, presenta un deficiente manejo, y disposición de residuos, y no existe un plan de manejo de los mismos, lo que genera un gran volumen de estos residuosque irían directamente al relleno sanitario, además de un deterioro en el paisaje y problemas sanitarios, entre otros. Por lo anterior, se requiere la elaboración de un plan de gestión integral de residuos sólidos, (PGIRS), que involucre a toda la comunidad educativa (estudiantes, docentes, administrativos y servicios generales) y el diseño de estrategias pedagógicas e instrumentos de divulgación de la información para contribuir a la educación ambiental y mejorar

la percepción de la comunidad respecto a los residuos, su manejo y aprovechamiento.

El tipo de estudio que se implementó en este proyecto es una estrategia de metodología cualitativa, con enfoque participativo, iniciando con la caracterización de los residuos sólidos generados al interior dela institución y en su entorno próximo, posteriormente se identificaron de manera participativa los problemas relacionados con la generación y disposición de los residuos. Se realizan las estrategias acordes a las necesidades y posibilidades de la institución, luego el diseño e implementación del Plan de GestiónIntegral de Residuos Sólidos -PGIRS y, por último, se diseña una Aplicación para dispositivos móviles App donde los estudiantes interactúen con el PGIRS.

Sierra y Vanegas (2021) Diagnóstico y formulación de la Gestión Ambiental para el jardín infantil Nuestra Señora del Lucero ubicado en Ciudad Bolívar: El jardín infantil Nuestra Señora del Lucero inició su proceso de transformación en cuanto a la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental, para proporcionar mejores condiciones ambientales y de seguridad a los niños que hacen partede la institución educativa y así mismo al personal de talento humano. Anteriormente, se tenía en cuenta las buenas prácticas, pero como tal no existía una base documental con todos los requisitos exigidos por ley, por lo tanto, fue necesario realizar un estudio que permitiera conocer cómo se manejaban los temas ambientales dentro del jardín y que medidas eran posibles establecer de acuerdo a las condiciones y presupuesto disponible.

La Gestión Ambiental en el jardín se realizó con base en los mínimos requerimientos exigidos porel área de gestión ambiental de la Secretaría Distrital de Integración Social la cual busca minimizar progresivamente la contaminación ambiental generada por la institución. Inicialmente fue necesario efectuar un diagnóstico ambiental el cual se realizó mediante una visita técnica que permitió conocer porcompleto las instalaciones; en este recorrido se tomaron datos sobre la información general del jardín infantil, el manejo en el uso del recurso hídrico y la energía,

posibles daños por la generación de ruido tanto interno como externo y el manejo de las emisiones atmosféricas. También se tuvo en cuenta la gestión de los residuos sólidos y las buenas prácticas que actualmente ejecutaba el jardín. Con estos datosse procedió a realizar una matriz de impactos ambientales (causa-efecto) mediante el método CONESA para identificar, evaluar, clasificar y medir la importancia de los aspectos e impactos ambientales y así poder formular medidas de mitigación, prevención y corrección frente a estos. Se formularon cuatro planes de acción correspondientes a la gestión integral de residuos sólidos, residuos peligrosos, residuosespeciales (RCD), y manejo de aceite vegetales usados y recolección de grasas. Estos planes se formularoncon el fin de contribuir al medio ambiente y a la reducción de costos en la institución, así como la implementación de sistemas ahorradores de agua y de energía, será trabajo del responsable delegado de verificar su cumplimiento. De acuerdo al diagnóstico ambiental se evidenció que los aspectos ambientalescon mayor influencia fueron el de recurso hídrico, consumo de energía y generación de residuos. Todo esto es producido por actividades dentro de la institución educativa.

Justificación

Bogotá es la capital del territorio colombiano y según el DANE (2018) para este año habitaban 7,181 millones de personas, de las cuales, se derivan proyecciones de 8.181,047 habitantes para el año 2020, con una participación de 2.187.636 niños, niñas y adolescentes, y exactamente 722.847 corresponden a niños entre 0 a 5 años. Dando a conocer la gran importancia de la población infantil en el Distrito Capital, correspondiente al 8,83% de la población total proyectada (Alcaldía mayor de Bogotá, 2020).

Así mismo, como se presenta un numero amplio de niñez en Bogotá, se crea la necesidad directa de establecer jardines infantiles, los cuales son instituciones creadas con el objetivo de proporcionar el servicio y atención de educación preescolar (Vásquez, 2021). Y tienen una gran

utilidad para aquellos padres de familia que requieren dirigirse a trabajar y sus posibilidades de dejar el niño al cuidado de un familiar son limitadas. Motivo por el cual, en el distrito capital, consideran las 20 localidades, existen 1.168 jardines infantiles, que cumplen la función de soporte y cuidado de los infantes y son en gran medidafinanciados por recursos públicos (Secretaría de planeación, 2022).

Ahora bien, en vista de que los niños permanecen aproximadamente todo el día en el jardín (de pendiendo del horario seleccionado) lunes a viernes entre las 5:30 p.m. y 9:30 p.m.; o sábados de 8 a.m. a 12 del mediodía. Este espacio se les proporciona una alimentación saludable, la cual, está estructurada claramente en la minuta aprobaba a nivel distrital (Secretaría de integración social, 2023) e inevitablemente se producen residuos orgánicos, que en promedio son mayores a los generados en una vivienda familiar tradicional. Por ende, al proponer planes estratégicos sobre aprovechamiento eficiente de los residuos orgánicos, donde se estipulen las herramientas necesarias para llevar a cabo dicho reciclajese evidencian diferentes beneficios.

El presente proyecto aporta a la disminución en la generación de residuos orgánicos en el distritocapital, a su vez, genera una nueva visión, donde se estipula la importancia de los residuos generados en los jardines infantiles y una alternativa para introducirse en temáticas ambientales y actividades del desarrollo sostenible. Por ende, a su vez, disminuye la carga ya existente en el relleno de Doña Juana y permite crear proyectos factibles para la alcaldía municipal.

Es así como el proyecto, no tiene únicamente un interés investigativo, sino que también, aplicativo,ya que, al tratarse de una pasantía donde se estipula la propuesta en el concejo distrital del proyecto de acuerdo, es posible accionar en la realidad de la Capital. De tal manera, que beneficiaría a su vez a la comunidad universitaria y al tutor externo que guía y apoya todo el proceso de diseño y seguimiento.

Problema de Investigación

La generación de residuos es una problemática de gran importancia en el distrito capital de Bogotá, tal como lo menciona la Alcaldía mayor de Bogotá, (2022) alrededor de 55.22% de los residuos totales son orgánicos, los cuales no son aprovechados, impactando a nivel biótico, abiótico y socioeconómico.

Ahora bien, según CONPES para el año 2016, se emitió la política nacional de residuos sólidos, donde, se evidencio la existencia de problemáticas relacionadas con la gestión de los mismos, debido a los pocos incentivos económicos y normativos que se brindan para la minimización de la generación, el aumento de los niveles de aprovechamiento y su respectivo tratamiento, lo que hace imperante la necesidad de cambiar el modelo de producción y consumo lineal que aún tiene el país. Por otro lado, se tiene que la separación en la fuente es insuficiente, por lo que las actividades de aprovechamiento y tratamiento se hace más difícil en cualquier contexto (CONPES, 2016), lo que identifica que hay una baja capacitación en la población en general en relación a como debe ser la separación de los residuos sólidosdomiciliarios. También se observa que en el contexto nacional la recolección y transporte no se hace en forma selectiva. Por ejemplo: en hogares, oficinas, comercio, industria, y hospitales los residuos se mezclan y compactan, y posteriormente se depositan en los sitios de disposición final “cielo abierto”, se incineran, o se arrojan a los arroyos y ríos, contribuyendo aún más al deterioro del medio porque no reciben ningún tipo de tratamiento (Melo, 2019).

Dicha falta de aprovechamiento y separación de los residuos, genera que la totalidad de residuos generada se dirija directamente al relleno sanitario, que para el caso del Distrito Capital es el Relleno Sanitario Doña Juana el cual, cuenta con grandes problemáticas, tal como lo menciona (Concejo de Bogotá, 2019), trayendo consigo, la inviabilidad de recibir grandes

cantidades de residuos y almacenarlos de manera correcta, con dificultades con la evacuación de gases, el manejo inadecuado de los lixiviados, el incumplimiento de las normas de contaminación atmosférica, la organización en la operación del relleno,entre otros aspectos.

Por estos motivos, la problemática a abordar, son los residuos orgánicos que están siendo generados y no son aprovechados, fomentando de dicha manera residuos innecesarios y poco regulados los cuales pueden ser reducidos mediante la implementación de acciones y proyectos en los Jardines infantiles, viendo estos últimos como una de las causas de las problemáticas de generación de residuos, que, a su vez, generan una carga a la problemática ya existente del Relleno Sanitario Doña Juana.

Pregunta Problema

¿Es viable el diseño de un proyecto de acuerdo enfocado en el aprovechamiento de los residuos orgánicos de los jardines de Bogotá, que permita disminuir la carga ambiental en el Distrito y en el relleno sanitario de Doña Juana?

Objetivos

Objetivo general

- Apoyar el diseño de un proyecto de acuerdo orientado hacia la definición de una serie de objetivos y lineamientos generales que permitan el aprovechamiento de los residuos orgánicos de los jardines infantiles de la Secretaría Distrital de Integración Social de Bogotá, con el fin de articular su tratamiento con las huertas urbanas.

Objetivos Específicos

- Identificar y caracterizar los residuos orgánicos generados en los jardines infantiles de Bogotá.

- Estructurar una metodología que involucre el compostaje como tecnología apropiada en las huertas urbanas para el aprovechamiento de los residuos orgánicos.
- Analizar el impacto en el relleno Doña Juana al reducir la llegada de los residuos sólidos orgánicos provenientes de los jardines infantiles.

Marco Teórico

Proyecto de Acuerdo

Según el artículo 12 del Decreto Ley 1421 de 1993, los proyectos de acuerdo son iniciativas normativas de carácter general, las cuales buscan regular temáticas en distintas dimensiones y ámbitos de ciudad tales como presupuestal, tributario, ambiental, social, cultural, de ordenamiento territorial, entre otros. Y los sujetos que tienen la competencia de realizar la proposición son (Concejo de Bogotá, 2020):

1. El alcalde
2. Los concejales
3. El personero
4. El controlador
5. Las Juntas Administradoras Locales
6. La Comunidad mediante la Iniciativa Popular

Jardín Infantil de la Secretaría Distrital de Integración Social

Son instituciones creadas con el objetivo de proporcionar el servicio y atención de educación preescolar, siendo el primer nivel de educación brindado a los niños menores de 6 años, donde aprenden diversos juegos, toma de decisiones, realización de tareas, socialización con otros niños, reconocimiento de sus necesidades básicas, entre otros. En el territorio colombiano, los jardinesinfantiles pueden ser tanto públicos como privados, cada jardín requiere de un registro

oficial para garantizar la seguridad y el buen cuidado de los infantes, además, los horarios de los jardines son variados, tanto diurnos como nocturnos, esto con el fin de garantizar la posibilidad de trabajo de los padres de familia a cargo. Motivo por el cual, en estas instituciones se le provee de una alimentación diaria, la cual está estipulada a nivel nacional por medio de la integración social para el caso de Bogotá

Minuta

La Secretaria Distrital de Integración Social da paso al cumplimiento de las normas en relación a las recomendaciones de ingesta de energía y nutrientes (RIEN), mediada con la Resolución 3803 de 2016 del Ministerio de Salud y Protección Social, en esta se estipula la alimentación que debe ser brindada dependiendo de la edad del individuo, considerando las Guías Alimentarias Basadas en Alimentos (GABA), estableciendo 4 nutrientes fundamentales: hierro, calcio, sodio y vitamina A (Secretaría de Integración Social, 2023) donde se establece la minuta con las cantidades y productos a emplear según el menú del día por lo tanto es posible estimar la cantidad de residuos orgánicos que generan las unidades de servicio.

La minuta patrón contempla tres (3) tipos de gramajes para garantizar el aporte de nutrientes definido para cada servicio social y cada grupo etario, así:

- Peso bruto, el cual se define como el peso del alimento con semillas, cáscaras, hueso, empaque o envoltura. Este peso es el utilizado para calcular la cantidad de alimentos a preparar.
- Peso neto, peso resultante luego de retirar la cáscara, semillas, corteza, hueso y empaque a los alimentos. Este peso es utilizado para obtener el valor nutricional del alimento y es el peso que se utilizará para las preparaciones.

- Peso servido, peso del alimento después de la preparación y/o cocción (transformación); este peso se utiliza para dar cumplimiento al aporte nutricional alcanzado mediante la porción que se entrega de acuerdo con el grupo de edad, tiempo de comida y servicio social.

A partir de la minuta patrón se diseñan los ciclos de menús, los cuales pueden repetirse de forma individual a lo largo del ciclo, es decir, las preparaciones que se entregan a los beneficiarios por tiempo de comida para cada servicio social. Lo anterior, teniendo en cuenta factores como las texturas, sabores, colores, preferencias, entre otros.

Residuos Orgánicos

Los residuos orgánicos son derivados de productos alimenticios o de materia antes viva, tal como restos vegetales, estos son biodegradables y se descomponen naturalmente. Los residuos orgánicos tienen un fuerte impacto sobre el medio ambiente, ya que, contaminan la atmósfera, el suelo y las fuentes hídricas tanto superficiales como subterráneas, esto gracias a sus altos valores de materia orgánica, metales pesados y elementos minerales. A pesar de ello, pueden ser aprovechados con la generación de compostajes u otros métodos que permiten su rápida descomposición (Consorcio Málaga, 2023).

Residuos Orgánicos de Cocina

Son conocidos como biorresiduos domésticos, que son aquellos que conforman la fracción orgánica de los residuos de la preparación de alimentos, básicamente especifican que son todos los restos sobrantes de comida, alimentos en mal estado (Garita & Rojas, 2015). Los tipos de residuos compuestos por restos de comida se pueden clasificar en residuos crudos y cocinados, para el objetivo de este proyecto solo se trabajará con los residuos orgánicos de cocina de tipo

crudo, es decir, aquellos que son residuo de las preparaciones de alimentos y aquellos que ya se encuentren en algún grado de descomposición.

Separación y Disposición De Residuos

Para tener lineamientos generales a nivel nacional, se creó la Guía Nacional para la adecuada separación de residuos sólidos, donde se estipula el Código Nacional de Colores mediante la Resolución 2184 de 2019 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, que permite diferenciar y separar los residuos según su disposición final, (Departamento Nacional de Planeación, 2021) tal como se muestra en la siguiente imagen:

Figura 1. Código Nacional de colores para la disposición de residuos.

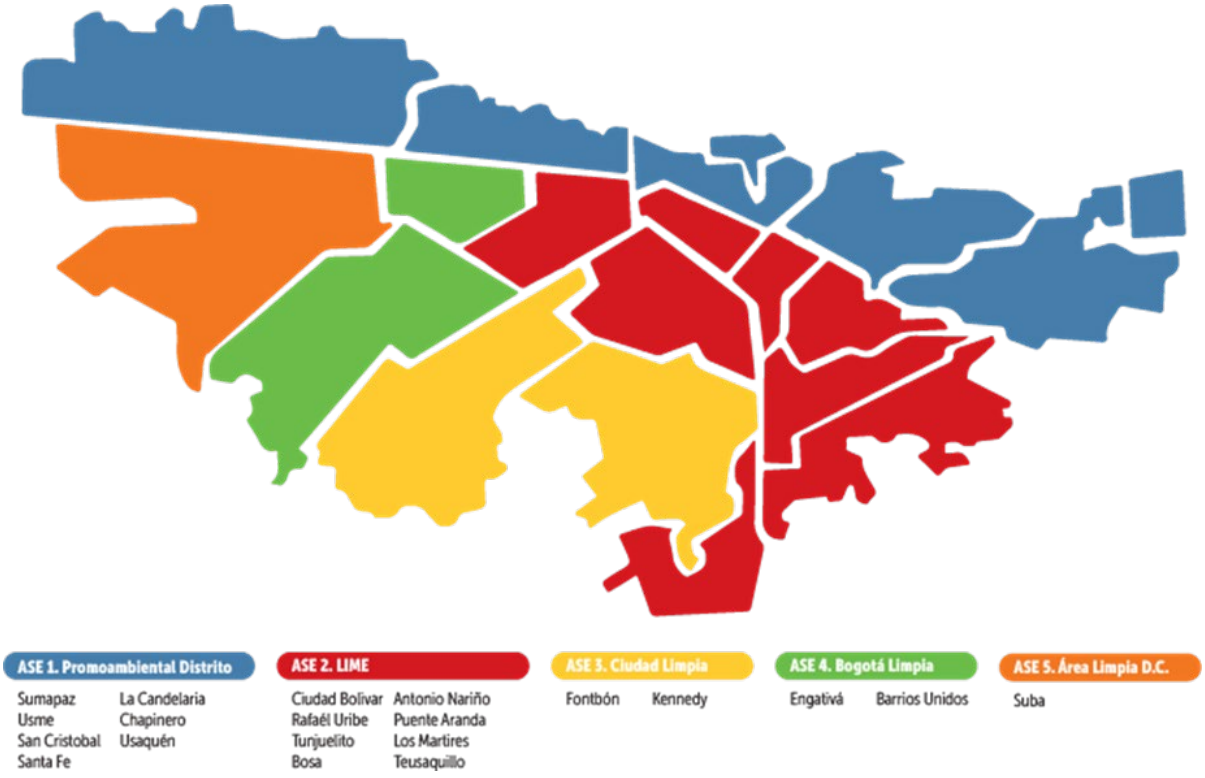


Fuente: Departamento Nacional de Planeación, (2021).

En dicha guía, se presenta una sección específica de residuos orgánicos y menciona actividades que permiten el reciclaje de estos para el uso del compost, además aclarando los que pueden ser utilizados, tales como los residuos crudos de cocina, los que han pasado por proceso de cocción, las cáscaras, los sueros y los productos lácteos (Departamento Nacional de Planeación, 2021).

La disposición de los residuos que corresponde al componente de recolección barrido y limpieza tiene a su cargo garantizar la prestación del servicio público de aseo en Bogotá, a través de la supervisión y control a la interventoría contratada por la Unidad para ejercer el control, vigilancia y seguimiento a los contratos de concesión que prestan el servicio de aseo por Área de Servicio Exclusivo – ASE, así (Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, 2023):

Figura 2. Empresas prestadoras del servicio de aseo.



Fuente: Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, (2023).

Los servicios que son prestados a través de este componente buscan garantizar la prestación del servicio público domiciliario de aseo, los cuales son los siguientes:

- Recolección y transporte de residuos sólidos no aprovechables.
- Barrido y limpieza manual y mecánica de vías y áreas públicas.
- Poda de árboles.

- Corte de césped.
- Lavado de áreas públicas.
- Suministro, instalación y mantenimiento de contenedores y cestas para residuos sólidos en las vías o áreas públicas.
- Recolección y transporte de los residuos sólidos en los puntos críticos y arrojos clandestinos identificados y censados mes a mes por parte de los concesionarios del servicio público de aseo.

Tecnologías Usadas Para El Tratamiento de Residuos Sólidos

Según Matheos, Orihuela, & Paz, (2020), se dividen de la siguiente manera:

- *Por procesos físicos:* **Relleno sanitario:** Los residuos que no se pueden reciclar y no se dispone de ningún otro mecanismo, se procede a compactar para reducir su volumen y prolongar el tiempo de vida útil del relleno. Técnicamente está diseñado para la disposición final controlada, sin causar peligros o riesgos para la salud. Debiendo considerar para su diseño el volumen de la generación de lixiviados, la impermeabilización y el drenaje de lixiviado.
- *Por procesos biológicos:* **Compostaje:** Consiste en metabolizar los compuestos orgánicos, por las deshidrogenasas y las hidrolasas, en condiciones de temperatura, humedad y oxígeno para obtener una materia que puede ser utilizada como mejorador de suelos y descomponerse en el suelo. La composición del compost depende de la materia utilizada. Por lo cual corresponde a una tecnología apropiada, debido a que su implementación es de bajo costo, es adaptable al escenario y fomenta la protección y restauración del medio ambiente.

- *Por recuperación de energía:* **(1) Digestión anaeróbica:** Se presenta cuando los residuos orgánicos se tratan en reactores cerrados en ausencia de oxígeno y producen gas con un volumen del 20 al 30% del volumen del digestor por día y compost. **(2) Incineración:** Se realiza para reducir el volumen y cambiar la composición física del residuo sólido municipal, mediante oxidación térmica, si pretratamientos, solo debe tener una humedad máxima del 30%.

Compostaje

El compostaje proporciona la posibilidad de transformar de una manera segura los residuos orgánicos en insumos para la producción agrícola. La FAO define como compostaje a la mezcla de materia orgánica en descomposición en condiciones aeróbicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

Técnicas Para El Compostaje De Los Residuos Orgánicos

El compostaje es una de las mejores tecnologías para tratar grandes cantidades de residuos orgánicos. Aunque en Colombia es muy utilizada esta práctica en la agricultura rural, aún no se implementa en las grandes ciudades. Para esto se debe tener en cuenta: el tiempo que se demora el proceso, el espacio del que se dispone y las condiciones climáticas.

Se puede aplicar los siguientes métodos (Reyes, 2020):

- Dejando descomponer los residuos de forma natural.
- Añadiendo un facilitador microbiano.
- Añadiendo un facilitador químico.
- Agregando un facilitador casero.
- Adicionando un facilitador de zoo cría (lombrices que facilitan la descomposición).

El tipo de compostaje se definirá de acuerdo con la composición de los residuos, las condiciones climáticas, los recursos humanos disponibles y la disponibilidad de infraestructura. Las diferentes técnicas se dividen generalmente en sistemas cerrados y sistemas abiertos. Los sistemas abiertos son aquellos que se hacen al aire libre, y los cerrados los que se hacen en recipientes o bajo techo (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

Métodos De Compostaje De Los Residuos Orgánicos

Sistemas Abiertos de Compostaje

Los sistemas abiertos de compostaje son métodos de descomposición orgánica que se realizan al aire libre, en contacto directo con el ambiente, estos sistemas abiertos se utilizan comúnmente para compostar materiales orgánicos a gran escala, como residuos de jardín, residuos agrícolas y residuos municipales.

En los sistemas abiertos de compostaje, los materiales orgánicos se apilan o se amontonan en un área al aire libre. La tecnología empleada para el compostaje en pilas es bastante sencilla y representa el método más económico y ampliamente adoptado. Los materiales se colocan sobre el suelo o una superficie pavimentada, evitando una compresión excesiva, y es esencial prestar atención a la forma y el tamaño del montón.

Existen varios métodos para las pilas del sistema abierto de compostaje:

Pilas estáticas con aireación pasiva:

Consideradas altamente adecuadas cuando se realiza un análisis de relación coste/eficacia en comparación con otros métodos como la aireación forzada o las pilas que requieren volteo. Para facilitar una ventilación natural óptima en la pila, se emplean estructuras, como la que se muestra en la figura, que mejoran el flujo de aire desde la parte inferior hacia la parte superior de la pila.

Estas pilas se ventilan gracias a la convección natural, donde el aire caliente asciende desde el centro de la pila, creando un vacío parcial que succiona el aire de los lados. La configuración y el tamaño ideales de la pila dependen de factores como el tamaño de las partículas, la humedad, la porosidad y el grado de descomposición, que todos influyen en el movimiento del aire hacia el centro de la pila. (Sánchez Romero & Hidalgo Muñiz, 2016)

Pilas estáticas con aireación forzada:

Estos sistemas permiten un mayor control sobre la concentración de oxígeno, manteniéndola dentro de un rango adecuado (aproximadamente entre el 15% y el 20%) para promover la actividad metabólica de los microorganismos aerobios que participan en el proceso de compostaje. La adición de oxígeno se lleva a cabo de diversas maneras, ya sea mediante succión, insuflación o una combinación de ambas. Además, esta adición de oxígeno puede ser continua, intermitente o estar vinculada a un termostato que, cuando la temperatura alcanza un nivel específico (alrededor de 60ºC), activa el mecanismo de inyección de aire hasta que la temperatura desciende al valor deseado. (Sánchez Romero & Hidalgo Muñiz, 2016)

Una vez que se ha establecido la pila, en términos generales, no se interviene en ella hasta que se haya completado la fase activa de compostaje.

Pilas con volteo:

Este es uno de los métodos más simples y económicos de compostaje. Se caracteriza por la acción periódica de revolver la pila para mezclar uniformemente los materiales, controlar la temperatura para evitar un calor excesivo, regular la humedad y mejorar la porosidad, lo que a su vez aumenta la ventilación. Después de cada remoción, la temperatura suele disminuir alrededor de 5 a 10 grados Celsius, y luego puede volver a aumentar si el proceso aún no ha concluido.

La frecuencia de los volteos depende del tipo de material, los niveles de humedad y la velocidad deseada para llevar a cabo el proceso, siendo común efectuar un volteo cada 6 a 10 días. Por lo general, se utilizan sistemas automáticos para monitorear la temperatura, la humedad y el oxígeno, lo que ayuda a determinar el momento óptimo para realizar la remoción.

Sistemas Cerrados de Compostaje

Los sistemas de compostaje cerrados son instalaciones diseñadas para descomponer materia orgánica, como restos de comida, residuos de jardín y otros materiales orgánicos, en un ambiente controlado y hermético. A diferencia de los sistemas de compostaje al aire libre, que dependen de la exposición a la atmósfera y la actividad microbiana natural, los sistemas de compostaje cerrados están diseñados para gestionar y acelerar el proceso de descomposición de manera controlada y sin la liberación de olores o emisiones no deseadas.

Algunas de las características típicas de los sistemas de compostaje cerrados incluyen:

Control de temperatura y humedad: Estos sistemas suelen controlar y mantener la temperatura y la humedad óptimas para la descomposición de la materia orgánica. Esto acelera el proceso de compostaje y ayuda a eliminar patógenos y semillas de malezas.

Aislamiento: Los sistemas de compostaje cerrados están sellados herméticamente para evitar la entrada de aire no deseado y para evitar la salida de olores desagradables. Esto los hace adecuados para su uso en áreas urbanas y densamente pobladas.

Mezcla y volteos automatizados: Muchos sistemas cerrados utilizan mecanismos automatizados para mezclar y voltear los materiales orgánicos. Esto ayuda a asegurar una descomposición uniforme y eficiente.

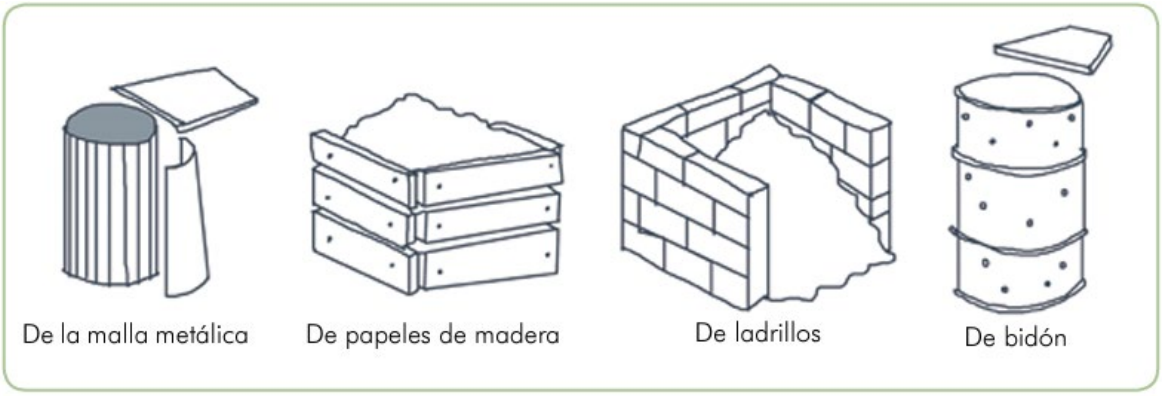
Control de olores y emisiones: Estos sistemas suelen estar equipados con sistemas de filtración y control de olores para minimizar cualquier impacto negativo en el entorno circundante.

Recogida y gestión de lixiviados: Los sistemas de compostaje cerrados también pueden gestionar los lixiviados (líquidos que se generan durante el proceso de compostaje) de manera controlada, evitando la contaminación del suelo y las aguas subterráneas.

Producción de compost de alta calidad: Al controlar las condiciones en las que se descompone la materia orgánica, estos sistemas suelen producir compost de alta calidad que puede utilizarse como enmienda del suelo o fertilizante.

Existen varios tipos de recipientes usados como compostera, observados en la siguiente imagen:

Figura 3. Tipos de recipientes usados como compostera.

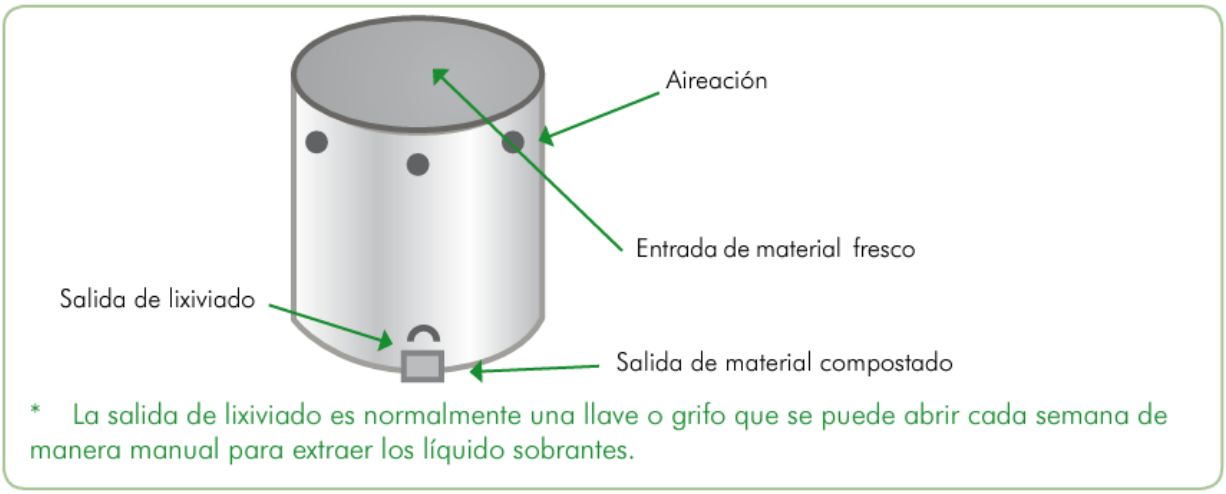


Fuente: Román, Martínez y Pantoja, (2013)

Es común la reutilización de bidones plásticos de 220 litros como recipiente de compostaje, ya que es posible que el producto llegue a la fase de maduración de seis a diez semanas, dependiendo de la temperatura ambiente y del material inicial.

Antes de comenzar el proceso, se debe elegir un recipiente adecuado. Esta elección se basará en el tipo de bidones que haya disponible localmente, la cantidad de material del que se disponga para compostar, el área donde se colocará el recipiente (horizontal o vertical), y el tipo de proceso (estático o dinámico, que se explica a continuación). Existen numerosos materiales disponibles para usar como recipiente de compost, sin embargo, hay dos modalidades básicas de disposición del recipiente: vertical (o continuo/estático) y horizontal (o discontinuo/dinámico) La disposición vertical es en la que el recipiente descansa sobre su base. El material fresco se añade por la parte superior y el material compostado se extrae usualmente por la parte inferior. Se le llama continuo porque el material fresco entra de forma continua y el producto compostado sale también continuamente por la parte inferior (si el recipiente está diseñado para que haya que voltearlo para extraer el material, entonces es una compostera discontinua, por cargas) Las ventajas de este sistema son: fácil de manipular, necesita poca inversión, adecuado para áreas pequeñas (el diámetro de la base de un bidón de 220 litros suele ser de 60 cm) y se tiene un mejor control de los lixiviados (suele tener un pequeño grifo para extraer el lixiviado). Dentro de las desventajas de este método, están que se necesita un área destinada al volteo. Se puede mezclar el material dentro del recipiente usando una barra, pero el resultado es heterogéneo y hay riesgos de crear bolsas anaeróbicas. El material tiende a compactarse y por tanto la distribución de la humedad no es uniforme, secándose más rápidamente la parte superior.

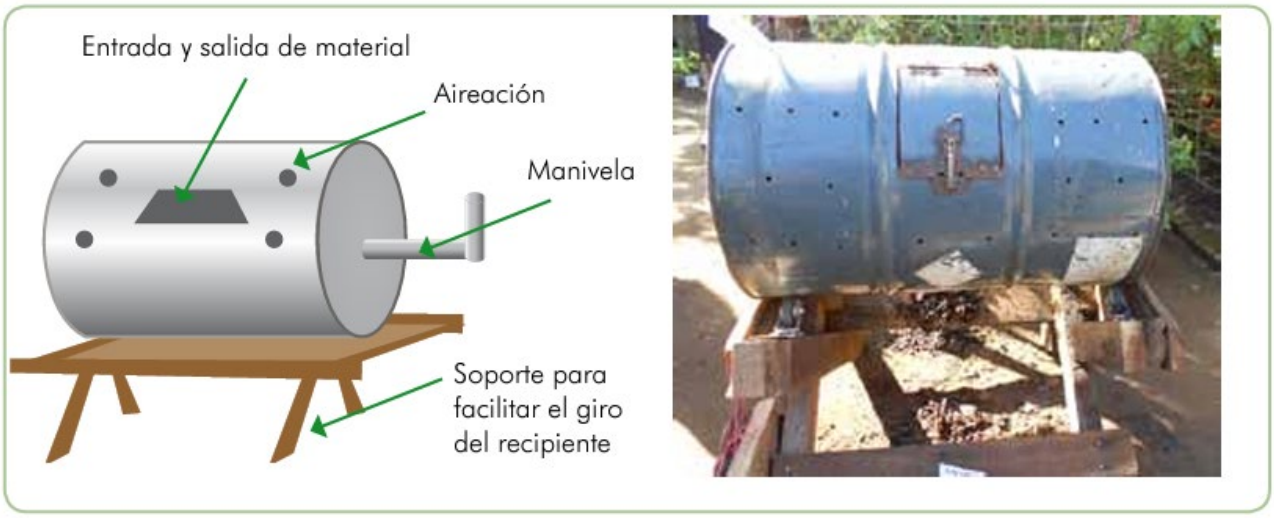
Figura 4. Compostera vertical o continua.



Fuente: Román, Martínez y Pantoja, (2013)

La disposición horizontal es aquella en la que el recipiente descansa sobre su eje longitudinal (en un bidón de 220 litros, la longitud es de 90 cm). Se le llama discontinuo porque es un proceso "por cargas": una vez que se carga la compostera, se debe dejar que el proceso de compostaje finalice para extraer el material antes de introducir una nueva carga. Como ventaja, este sistema tiene una mejor distribución de la humedad y de la compactación debido a su facilidad para el volteo (manivela), obteniéndose un producto homogéneo. Entre las desventajas: este sistema requiere de mayor inversión en el recipiente que el sistema vertical, se necesitan al menos dos recipientes para la continuidad del proceso y el lixiviado puede salir por los orificios de aireación durante el volteo; para evitar esto se puede colocar un recipiente debajo.

Figura 5. Compostera horizontal o discontinua.



Fuente: Román, Martínez y Pantoja, (2013)

Tabla 1. Ventajas y desventajas de los sistemas cerrados horizontal y vertical.

Tipo de compostador	Humedad	Compactación	Volteo	Calidad
Horizontal o discontinuo	Fácil control	No se compacta	Sencillo	Mayor
Vertical o continuo	Difícil control	Se compacta	Complejo	Menor

Fuente: Adaptado de UAESP (2018).

Relleno Sanitario Doña Juana

El relleno sanitario de Doña Juana es la principal ogra ingenieril que tiene la capital de Bogotá para disponer sus residuos sólidos, Doña Juana está ubicado en la localidad de Ciudad Bolívar, cerca de los barrios Mochuelo alto y bajo, en el sur de la capital de la república.

Y actualmente es operado por el concesionario Compañía de Gerenciamiento de Residuos (CGR) bajo la supervisión de la interventoría Unión Temporal Inter DJ y la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (Uaesp), (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2017) este relleno cuenta con las siguientes características:

Figura 6. Características generales del Relleno Sanitario de Doña Juana.



Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá, 2017

Este relleno, a lo largo de los años ha presentado inconsistencias estructurales, que generan directamente el incumplimiento normativo y la poca eficiencia en la disposición de los residuos, teniendo como principales problemáticas: la evacuación de gases, el manejo inadecuado de los lixiviados, el incumplimiento de las normas de contaminación atmosférica, la organización en la operación del relleno, entre otros aspectos. (Concejo de Bogotá, 2019)

Marco Legal

Dentro de la normatividad que se ha establecido en relación con el manejo y disposición de los residuos domésticos y de las huertas urbanas del Distrito Capital, se encuentran las siguientes, que se pueden ver a detalle en el Anexo 1:

Tabla 2. Marco Legal.

NORMA	ENTIDAD	DESCRIPCIÓN
Constitución Política de Colombia	Fiscalía General de la Nación	Artículo 49. Artículo 79. Artículo 80.
Ley 09 de 1979	Ministerio de Salud y Protección Social	Artículo 1.
Ley 99 de 1993	Congreso de Colombia	*Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.*
Decreto 2269 de 1993	Presidente de la República de Colombia	*Por el cual se organiza el Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología*
Decreto 879 de 1998	Presidente de la República de Colombia	*Por el cual se reglamentan las disposiciones referentes al ordenamiento del territorio municipal y distrital y a los planes de ordenamiento territorial.*
Decreto 1713 de 2002	Presidente de la República de Colombia	Artículo 1. Artículo 67. Artículo 70. Artículo 72.
Decreto 1140 de 2003	Presidente de la República de Colombia	Artículo 1. Artículo 19.
Decreto 2981 de 2013	Presidente de la República de Colombia	Artículo 2. Artículo 83. Artículo 84. Artículo 88. Artículo 89. Artículo 90. Artículo 91. Artículo 92. Artículo 93. Artículo 94. Artículo 95.
Decreto 802 de 2022	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Artículo 2.3.2.7.1. Artículo 2.3.2.7.2.
Resolución 361 de 30 de diciembre de 2020	Departamento Administrativo de la Defensoría del Espacio Público de Bogotá, D.C.	*Por la cual se establecen disposiciones en materia de reglamentación de la actividad de agricultura urbana y periurbana agroecológica en el espacio público del Distrito Capital de Bogotá, regulado por el Decreto 552 de 2018.*

Decreto Distrital 190 de 2004	Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.	Artículo 1.
Decreto Distrital 359 de 2008	Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.	*Por medio del cual se modifican los Decretos Distritales 612 de 2007 y 620 de 2007, para la expedición de los Decretos Complementarios y Reglamentarios de los Planes Maestros de Servicios Públicos Domiciliarios de Energía, Gas Natural, Acueducto y Alcantarillado, y Residuos Sólidos y se dictan otras disposiciones.*
Decreto Distrital 456 de 2010	Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.	*Por el cual se complementa el Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos (Decreto Distrital 312 de 2006), mediante la adopción de las normas urbanísticas y arquitectónicas para la implantación y regularización de bodegas privadas de reciclaje de residuos sólidos no peligrosos, no afectas al servicio público de aseo, en el Distrito Capital.*
Decreto Distrital 383 de 2018	Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.	*Por medio del cual se modifica y adiciona el Decreto Distrital 531 de 2010, y se toman otras determinaciones "Por la cual se adopta el Plan Distrital de Silvicultura Urbana, Zonas Verdes y Jardinería de Bogotá D.C., y se dictan otras disposiciones".*
Decreto Distrital 345 de 2020	Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.	*Por el cual se adopta la actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS- del Distrito Capital, y se dictan otras disposiciones.*
Acuerdo Distrital 605 de 2015	Concejo de Bogotá, D.C.	*Por el cual se formulan los lineamientos para institucionalizar el Programa Agricultura Urbana y Periurbana Agroecológica en la ciudad de Bogotá.*
CONPES 09 de 2019	Secretaría Distrital de Desarrollo Económico	*Política pública de seguridad alimentaria y nutricional para Bogotá. "procesos de apropiación en el uso, goce y disfrute del espacio público que permita prácticas de educación ambiental con fines pedagógicos.*

Fuente: Autor (2023).

Diseño Metodológico

Caracterización De Los Residuos Orgánicos De Los Jardines Infantiles

Para la obtención de información fue necesario la realización de derechos de petición a la Secretaría de Integración Social en relación a la minuta que manejan los jardines infantiles y la ubicación de los mismos, con sus respectivos usuarios según rango de edad y localidad, considerando que la jurisdicción del Concejo de Bogotá D.C., corresponde a entidades de orden distrital, por lo cual, los jardines infantiles a los que se enfoca el presente trabajo son de la Secretaría Distrital de Integración Social, teniendo en cuenta que los demás jardines infantiles que se encuentran en el territorio son del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) y de entidades privadas, no se pueden tomar en cuenta debido a que no son de la jurisprudencia del Distrito Capital, según las atribuciones conferidas por el Decreto Ley 1421 de 1993.

Jardines Infantiles Diurnos: Está dirigido a niñas y niños menores de tres (3) años, o menores de seis (6) años con discapacidad o alteraciones en el desarrollo, o menores de cinco (5) años, con corte a 31 de marzo de 2023, en UPZ con déficit de oferta de instituciones educativas distritales. Cuenta con una minuta de alimentos planificada para cubrir el 70% del requerimiento de ingesta de calorías y nutrientes, suministrados a partir de 3 tiempos de alimentación: refrigerio reforzado, almuerzo y onces. Este servicio cuenta con 5 ciclos de menús de veinte (20) días, es decir, cuatro (4) semanas, cada uno, acorde con las dinámicas de atención.

Jardines Infantiles Nocturnos: Está dirigido a niñas y niños menores de seis (6) años que habiten en Bogotá, con madres, padres o cuidadores(as) que laboran o desarrollan algún tipo de actividad económica o académica en horarios nocturnos o están en condiciones de riesgo social. Cuenta con una minuta de alimentos planificada para cubrir el 70% del requerimiento de ingesta de calorías y nutrientes, para los 6 grupos de edad atendidos, suministrados a partir de 3 tiempos

de alimentación: onces, cena y desayuno, este porcentaje está sujeto al tiempo de permanencia del niño o niña en la jornada diaria de atención. Este servicio cuenta con 5 ciclos de menús de veintiún (21) días, es decir, tres (3) semanas, cada uno, acorde con las dinámicas de atención.

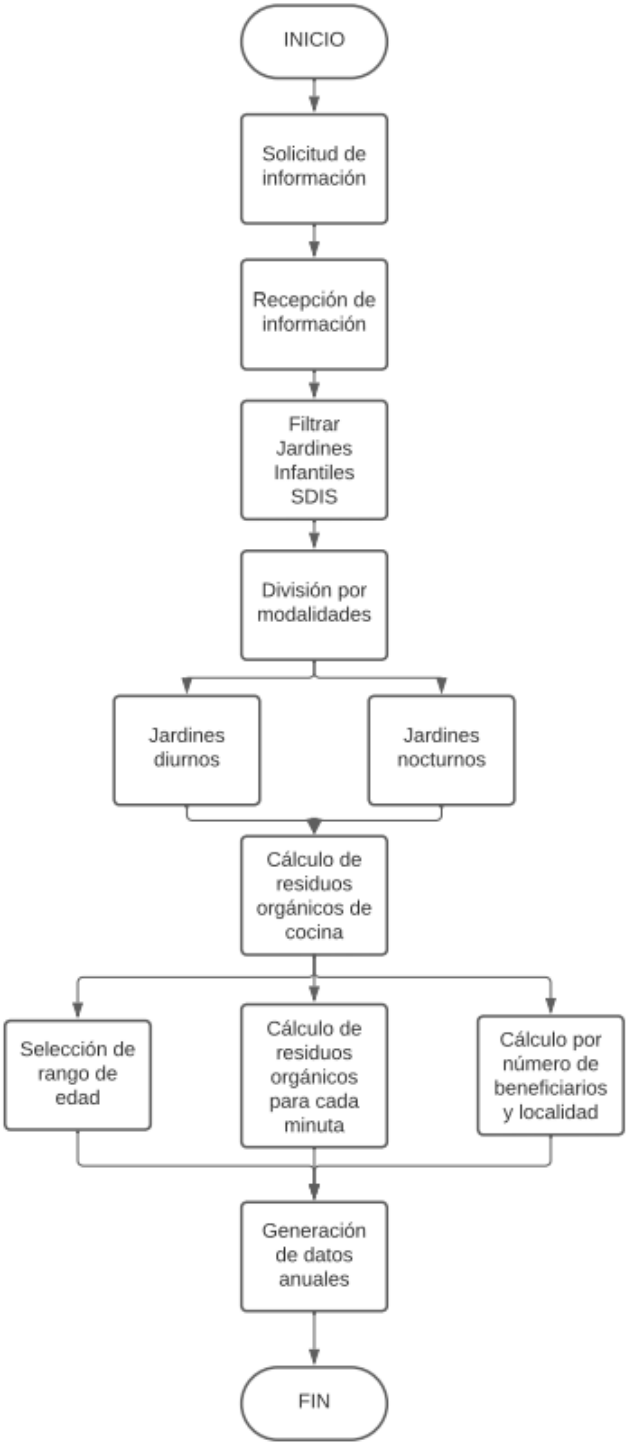
Para ambos servicios manejan las minutas para los rangos de edad de 6 a 8 meses, de 9 a 11 meses y mayores a 1 año; conforme a los ciclos de menús, para los jardines diurnos son 4 minutas por cada rango de edad, es decir, un total de 12 minutas para esta modalidad, para los jardines nocturnos son 3 minutas por cada rango de edad, es decir, un total de 9 minutas para esta modalidad. Con los valores de Peso bruto y Peso neto para cada una de las preparaciones, teniendo en cuenta las categorías de: Fruta, Proteína, Raíz-Tubérculo-Plátano y Verdura, se encuentra el valor del peso en gramos de residuos orgánicos, así:

$$\boldsymbol{Peso\ bruto - Peso\ neto = Peso\ de\ residuos\ org\acute{a}nicos\ de\ cocina}$$

Los rangos de edad, que brindo la Secretaría de Integración Social para la cantidad de beneficiarios por unidad de servicio, corresponden a: 0 y 1 año, 1 y 2 años, 2 y 3 años, 3 y 4 años, 4 y 5 años, 5 y 6 años. Para la edad de 0 y 1 año, se hizo un promedio de la generación de residuos orgánicos entre la minuta de 6 y 8 meses y 9 y 11 meses, ya que no especifican a que rango de edad pertenecen de acuerdo con el rango de edad de las minutas, para los demás rangos de edad se utilizó el valor de la minuta mayores a 1 año.

Por último, se realizó el cálculo de un individuo para cada una de las minutas y modalidades en gramos, luego se anualizo el dato, para esto se multiplico el valor generado en los ciclos de menús, de 4 y 3 semanas respectivamente, por 11 meses, teniendo en cuenta que el servicio entra a receso desde mediados de diciembre hasta finales de enero, por lo que aproximadamente no funciona un mes al año; luego este valor se multiplico por cada beneficiario de acuerdo con el rango de edad y la localidad a la que pertenece.

Figura 7. Diagrama de flujo de la caracterización de los residuos sólidos orgánicos.



Fuente: Autor (2023).

Estructuración Del Compostaje Como Tecnología Apropiada

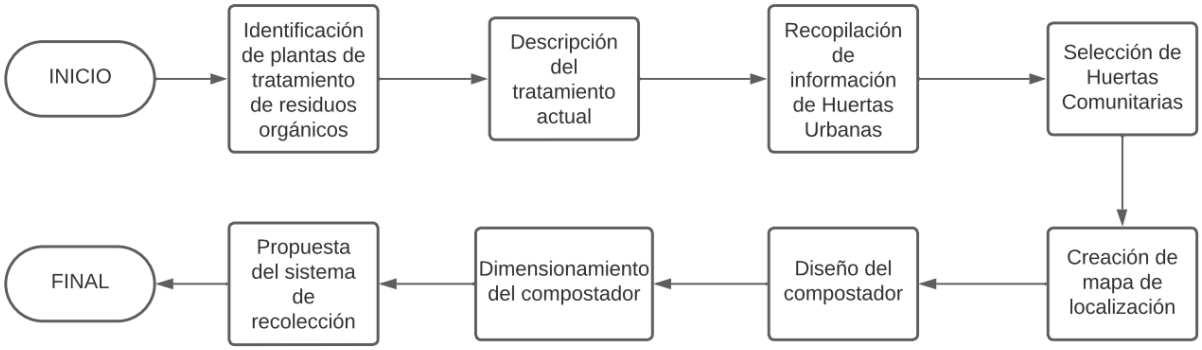
La UAESP actualmente cuenta con 2 plantas de tratamiento de residuos orgánicos, una ubicada en Mochuelo (Ciudad Bolívar) y la otra en Usaquén, en ambas plantas el tratamiento del compostaje se realiza en pilas, quiere decir un sistema abierto, en la otra se utiliza el lombricultivo, para generar humus.

Por lo tanto, para la incorporación de las huertas urbanas al presente proyecto, se hace necesario el uso de un sistema cerrado para evitar malos olores y vectores que pueden ocasionarse por la descomposición de alimentos, se toma como guía el diseño sugerido por la UAESP para el tratamiento de residuos en casa, por medio de la utilización del programa Sketch Up para la modelación del compostador, que va a tener dimensiones de acuerdo con los residuos que se gestionen por cada huerta. (Alcaldía Mayor De Bogotá, 2015)

Para la información sobre las huertas urbanas, se utilizó el directorio de huertas urbanas, realizado por un Administrador Ambiental de la Universidad Distrital, además del shapefile que tiene actualización para el 21 de Julio del presente año que se encuentra disponible en Datos Abiertos Bogotá.

Se seleccionaron solo las huertas que son comunitarias, o comunitarios familiares, que son aquellas que cuentan con la infraestructura para llevar los residuos de los jardines infantiles teniendo en cuenta la cercanía de las huertas con los jardines infantil, y se plasmaron en un mapa de localización de los jardines y las huertas, por medio del programa ArcGIS Pro.

Figura 8. Diagrama de la estructuración del compostaje como tecnología apropiada.



Fuente: Autor (2023).

Análisis De Los Impactos Del Relleno Sanitario Doña Juana

Con el objetivo de comparar y analizar los impactos generados se tuvieron en cuenta dos indicadores de la operación del Relleno Sanitario Doña Juana como lo son el volumen que percola como lixiviado y el incremento del tiempo de vida con base a la reducción de residuos orgánicos dispuestos con la implementación del proyecto de acuerdo.

Volumen de lixiviados:

Para el cálculo de la generación del lixiviado se utilizó el método suizo, el cual es una aproximación utilizada para estimar esta variable en un relleno sanitario (Pozo Bejerano, García Gutiérrez, & Vázquez Pérez, 2020). Al ser un método de aproximación hay que tener en cuenta que la generación puede variar en función de diversos factores, como la composición de los residuos, el clima y las prácticas de gestión del relleno. Por lo cual se recomienda monitorear regularmente el caudal de lixiviados en el sitio.

Se tomo como base para el cálculo los siguientes datos:

Densidad de compactación de los residuos sólidos: Se refiere a la cantidad de residuos que se ha comprimido en un espacio específico relacionando el volumen ocupado por los residuos antes

y después de la compactación con un valor de 1 de 1.07 Ton/m3, este dato fue sustraído de la licencia ambiental modificada otorgada para el proyecto “Relleno sanitario Doña Juana” con numero de resolución 1351 del 18 de junio de 2014.

Volumen de los residuos sólidos: Para este dato se tomó en cuenta la proyección de la producción y disposición de residuos per cápita para el año 2023 tomando como base los datos suministrados por el observatorio ambiental de Bogotá como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3. Proyección a 2023 de población y generación de residuos por años.

Año	Residuos Generados por Año	Población Bogotá
2008	2.161.720	6.960.512
2009	2.096.550	7.031.399
2010	2.239.335	7.096.886
2011	2.290.285	7.152.656
2012	2.290.144	7.195.980
2013	2.345.920	7.228.427
2014	2.351.131	7.252.949
2015	2.269.533	7.273.265
2016	2.253.072	7.300.918
2017	2.295.460	7.337.449
2018	2.333.568	7.412.566
2019	2.411.648	7.592.871
2020	2.314.905	7.743.955
2021	2.924.997	7.834.167
2022	2.980.410	7.873.316
2023	2.580.836	7.907.281

Fuente: Adaptado de la información suministrada por las proyecciones del DANE y los Anales del Concejo de Bogotá (Concejo de Bogotá, 2022).

Se estima un valor estimado de 2.580.836 toneladas de residuos provenientes de la ciudad de Bogotá, esta estimación se realizó mediante una regresión lineal logarítmica con la siguiente formula tomada de un estudio de la revista de Ciencias Ambientales por Martin Calvo &

Castañeda Gomez (2021), sobre la estimación de metano, dióxido de carbono y compuestos orgánicos en el Relleno Sanitario Doña Juana en Bogotá:

$$Y = -4{,}891_{x10^8} + (6{,}459_{x10^7}) * Ln(x)$$

Porcentaje de humedad inicial y final: Corresponde a el grado de humedad de los residuos sólidos antes y después de la compactación realizada in situ, que según la licencia ambiental del relleno Doña Juana es de 72% inicial y 75% final. (Suarez Robayo & Arias Valencia, 2015).

Una vez con estos datos ya se puede realizar el cálculo del volumen de lixiviados mediante el método suizo de cálculo de la generación de lixiviados.

Una vez obtenidos los datos, se realiza la disminución de los residuos sólidos orgánicos que se van a compostar con el sistema distrital de compostaje en las huertas urbanas y se realiza el análisis de la variación de la generación de lixiviados.

Tiempo de vida útil

Para el cálculo de la vida útil antes y después del proyecto se deben tener en consideración los siguientes datos:

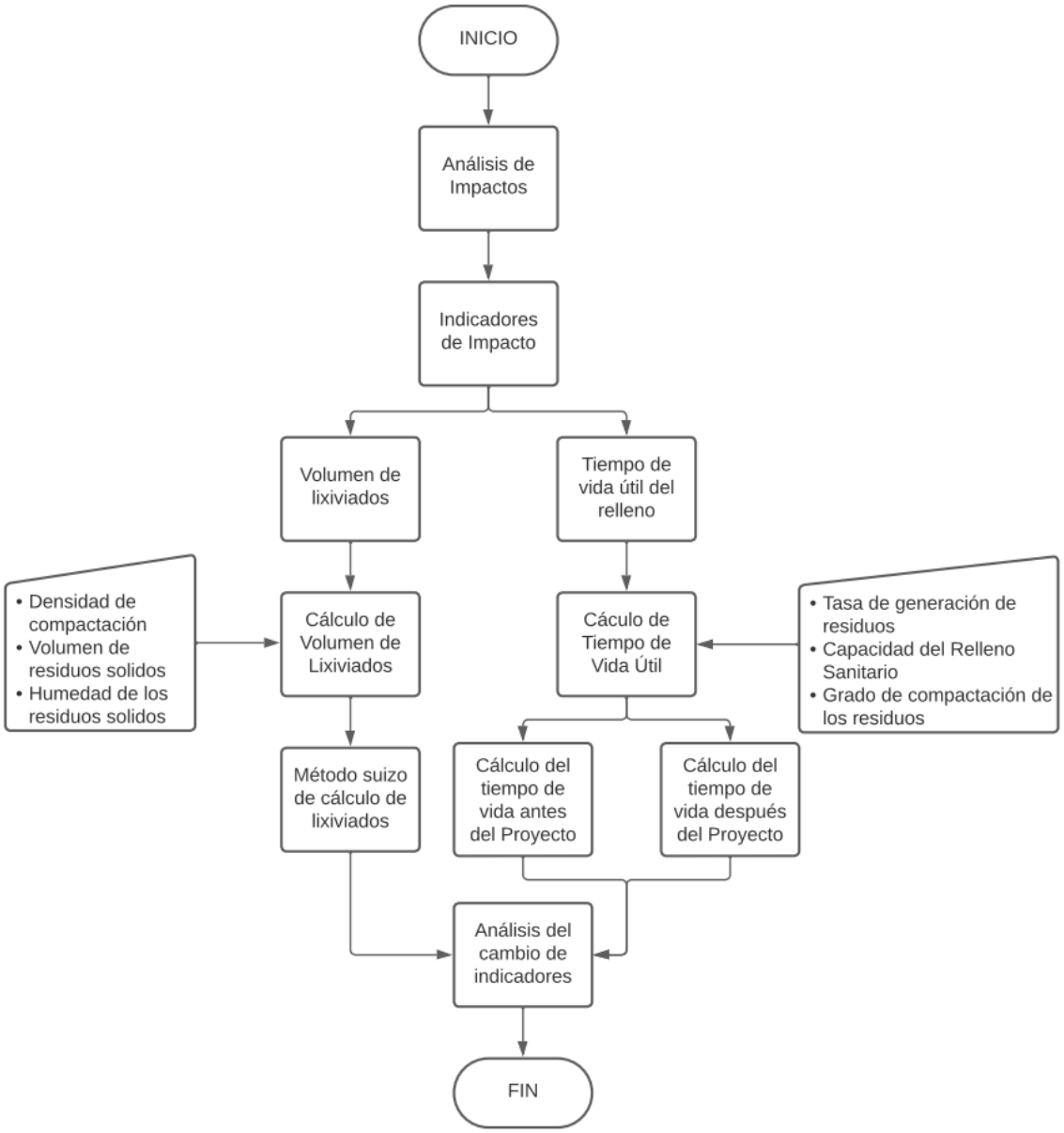
- Tasa de generación de residuos.
- Capacidad del relleno sanitario: Este volumen ya tiene en consideración el grado de compactación y densidad de los residuos anteriormente mencionado, y tiene un valor de 17.197.610 toneladas. (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2014).
- Densidad de los residuos.

Vida útil estimada

Tiempo de vida = Capacidad total del relleno sanitario / Tasa de generación de residuos por día

Estos datos se obtuvieron de la licencia ambiental modificada otorgada para el proyecto "Relleno Sanitario Doña Juana". Se realiza el cálculo antes y después de la reducción de residuos sólidos orgánicos de los jardines de la de infancia, y se analiza el cambio en la vida útil del Relleno Sanitario Dona Juana.

Figura 9. Diagrama del análisis de los impactos del Relleno Sanitario Doña Juana



Fuente: Autor (2023).

Resultados

Caracterización De Los Residuos Orgánicos De Los Jardines Infantiles

Para los jardines infantiles diurnos de acuerdo con la información de las minutas que corresponden a 4 semanas, se evidencia que la semana que mayor cantidad de residuos orgánicos genera es la número 3, tanto para la minuta de 6 a 8 meses, de 9 a 11 meses y la de mayores a 1 año, sin embargo, teniendo en cuenta que los rangos de edad que suministro la Secretaria de Integración Social no discrimina los usuarios de 6 a 8 meses con los de 9 a 11 meses, por lo que los agrupa en el intervalo de 0 a 1 año, por lo tanto se realizó un promedio de los usuarios de 6 a 8 meses con los de 9 a 11 meses; se observa que los residuos orgánicos de cocina generados por los beneficiarios mayores a 1 año son poco mas de 1.000 gramos que el promedio obtenido para los usuarios de 0 a 1 año.

Tabla 4. Residuos orgánicos por usuario de Jardines Infantiles Diurnos de SDIS.

Servicio	**Jardines Infantiles Diurnos**		
Rango Edad	**6 a 8 meses**	**9 a 11 meses**	**Mayores a 1 año**
Minuta	**Residuos orgánicos en gramos**		
Semana 1	440,73	463,63	610,23
Semana 2	309,59	413,88	751,40
Semana 3	496,00	647,37	871,73
Semana 4	380,79	457,77	741,32
Total	1.627,11	1.982,65	2.974,68
Promedio 0 a 1 año	1.804,88		
Unidad	**Residuos orgánicos Totales Anuales**		
Gramo	19.853,68		32.721,48
Kilogramo	19,85		32,72
Tonelada	0,02		0,03

Fuente: Autor (2023).

En la siguiente tabla se evidencia los residuos generados por los 308 jardines diurnos de Bogotá ubicados en cada localidad, y por la totalidad de usuarios segregados por rangos edad.

Aunque la localidad que tiene mayor cantidad de jardines diurnos es Ciudad Bolívar, es Bosa la que presenta una mayor generación de residuos orgánicos de cocina debido al número de beneficiaros del programa. Por otro lado, Teusaquillo es la localidad que menos genera residuos, ya que cuenta con una sola unidad de servicio de 47 beneficiarios.

Con respecto al rango de edad, se observa que existe una mayor cantidad de usuarios entre los 3 a 4 años con 15.713 beneficiarios, generando el valor que corresponde a el 43,23% del total de residuos solidos de cocina de los jardines diurnos.

Tabla 5. Residuos orgánicos por localidad y rango de edad de los Jardines Infantiles Diurnos de SDIS.

Subdirección de Infancia																
Jardines Infantiles Diurnos																
Localidad		Cantidad	Población atendida													
			Rango de edad y residuos orgánicos en gramos												Total usuarios	Total residuos
			0 a 1 años	Cantidad	1 a 2 años	Cantidad	2 a 3 años	Cantidad	3 a 4 años	Cantidad	4 a 5 años	Cantidad	5 a 6 años	Cantidad		
1	Usaquén	12	49	972.830,32	226	7.395.054,48	480	15.706.310,40	621	20.320.039,08	151	4.940.943,48	3	98.164,44	1.530	49.433.342,20
2	Chapinero	4	4	79.414,72	37	1.210.694,76	112	3.664.805,76	120	3.926.577,60	34	1.112.530,32			307	9.994.023,16
3	Santa Fe	9	33	655.171,44	167	5.464.487,16	287	9.391.064,76	352	11.517.960,96	125	4.090.185,00	5	163.607,40	969	31.282.476,72
4	San Cristóbal	23	64	1.270.635,52	343	11.223.467,64	686	22.446.935,28	1.008	32.983.251,84	220	7.198.725,60	6	196.328,88	2.327	75.319.344,76
5	Usme	34	94	1.866.245,92	491	16.066.246,68	1.209	39.560.269,32	1.655	54.154.049,40	663	21.694.341,24	69	2.257.782,12	4.181	135.598.934,68
6	Tunjuelito	12	40	794.147,20	216	7.067.839,68	469	15.346.374,12	651	21.301.683,48	131	4.286.513,88	2	65.442,96	1.509	48.862.001,32
7	Bosa	36	137	2.719.954,16	530	17.342.384,40	1.649	53.957.720,52	2.534	82.916.230,32	867	28.369.523,16	73	2.388.668,04	5.790	187.694.480,60
8	Kennedy	36	101	2.005.221,68	461	15.084.602,28	1.131	37.007.993,88	1.745	57.098.982,60	551	18.029.535,48	31	1.014.365,88	4.020	130.240.701,80
9	Fontibón	9	24	476.488,32	176	5.758.980,48	376	12.303.276,48	511	16.720.676,28	119	3.893.856,12	1	32.721,48	1.207	39.185.999,16
10	Engativá	18	53	1.052.245,04	232	7.591.383,36	627	20.516.367,96	901	29.482.053,48	211	6.904.232,28	5	163.607,40	2.029	65.709.889,52
11	Suba	25	50	992.684,00	321	10.503.595,08	1.164	38.087.802,72	1.774	58.047.905,52	505	16.524.347,40	12	392.657,76	3.826	124.548.992,48
12	Barrios Unidos	6	11	218.390,48	62	2.028.731,76	139	4.548.285,72	189	6.184.359,72	52	1.701.516,96	2	65.442,96	455	14.746.727,60
13	Teusaquillo	1	3	59.561,04	8	261.771,84	15	490.822,20	16	523.543,68	5	163.607,40			47	1.499.306,16
14	Los Mártires	5	45	893.415,60	153	5.006.386,44	215	7.035.118,20	216	7.067.839,68	51	1.668.795,48			680	21.671.555,40
15	Antonio Nariño	4	7	138.975,76	54	1.766.959,92	94	3.075.819,12	155	5.071.829,40	30	981.644,40			340	11.035.228,60
16	Puente Aranda	9	26	516.195,68	86	2.814.047,28	278	9.096.571,44	318	10.405.430,64	72	2.355.946,56	1	32.721,48	781	25.220.913,08
18	Rafael Uribe Uribe	24	71	1.409.611,28	226	7.395.054,48	725	23.723.073,00	1.117	36.549.893,16	306	10.012.772,88	9	294.493,32	2.454	79.384.898,12
19	Ciudad Bolívar	41	44	873.561,92	383	12.532.326,84	1.049	34.324.832,52	1.830	59.880.308,40	841	27.518.764,68	89	2.912.211,72	4.236	138.042.006,08
Total Usuarios		308	856		4.172		10.705		15.713		4.934		308		36.688	
Total en gramos				16.994.750,08		136.514.014,56		350.283.443,40		514.152.615,24		161.447.782,32		10.078.215,84		1.189.470.821,44
Total en Kilogramos				16.994,75		136.514,01		350.283,44		514.152,62		161.447,78		10.078,22		1.189.470,82
Total en Toneladas				16,99		136,51		350,28		514,15		161,45		10,08		1.189,47

Fuente: Autor (2023).

Para la tabla 6 se evidencia el mismo comportamiento de los datos que para la tabla 4, exceptuando la cantidad de semanas que se reduce a tres, por lo cual se plantea el mismo análisis expuesto con anterioridad.

Tabla 6. Residuos orgánicos por usuario de Jardines Infantiles Nocturnos de SDIS.

Servicio	**Jardines Infantiles Nocturnos**		
Rango Edad	**6 a 8 meses**	**9 a 11 meses**	**Mayores a 1 año**
Minuta	**Residuos orgánicos en gramos**		
Semana 1	395,93	389,34	478,39
Semana 2	372,29	498,2	739,57
Semana 3	425,29	566,96	844,43
Total	1.193,51	1.454,50	2.062,39
Promedio 0 a 1 año	1.324,01		
Unidad	**Residuos orgánicos Totales Anuales**		
Gramo	14.564,06		22.686,29
Kilogramo	14,56		22,69
Tonelada	0,01		0,02

Fuente: Autor (2023).

Para la tabla 7 se logra evidenciar que los residuos generados por los 50 jardines nocturnos del Distrito Capital, discriminados por total de beneficiarios en cada localidad y por rangos edad. La localidad que tiene mayor cantidad de jardines nocturnos es Kennedy, es a su vez la que mayor residuos orgánicos de cocina genera. Caso contrario, la localidad de San Cristóbal es la que menos cantidad de residuos genera, ya que cuenta con una sola unidad de servicio de 17 beneficiarios.

Se observa nuevamente que la mayor cantidad de usuarios se presenta en el intervalo de 3 a 4 años con 493 beneficiarios, generando un total de 11,18 toneladas de residuos solidos de los 21,42 de los jardines nocturnos.

Tabla 7. Residuos orgánicos por localidad y rango de edad de los de Jardines Infantiles Nocturnos de SIDS.

Subdirección de Infancia																
Jardines Infantiles Nocturnos																
Localidad		Cantidad	Población atendida												Total usuarios	Total residuos
			Rango de edad y residuos orgánicos en gramos													
			0 a 1 años	Cantidad	1 a 2 años	Cantidad	2 a 3 años	Cantidad	3 a 4 años	Cantidad	4 a 5 años	Cantidad	5 a 6 años	Cantidad		
1	Usaquén	4			4	90.745,16	24	544.470,96	30	680.588,70	22	499.098,38	20	453.725,80	100	2.268.629,00
2	Chapinero	2			3	68.058,87	2	45.372,58	10	226.862,90	6	136.117,74	6	136.117,74	27	612.529,83
3	Santa Fe	1			6	136.117,74	5	113.431,45	7	158.804,03	1	22.686,29	1	22.686,29	20	453.725,80
4	San Cristóbal	1			4	90.745,16	4	90.745,16	2	45.372,58	1	22.686,29	6	136.117,74	17	385.666,93
5	Usme	1			3	68.058,87	7	158.804,03	6	136.117,74	1	22.686,29	2	45.372,58	19	431.039,51
7	Bosa	2					9	204.176,61	18	408.353,22	2	45.372,58	5	113.431,45	34	771.333,86
8	Kennedy	12	6	87.384,33	31	703.274,99	79	1.792.216,91	154	3.493.688,66	58	1.315.804,82	34	771.333,86	362	8.163.703,57
9	Fontibón	2	-		4	90.745,16	10	226.862,90	29	657.902,41	7	158.804,03	3	68.058,87	53	1.202.373,37
10	Engativá	2	1	14.564,06	4	90.745,16	15	340.294,35	19	431.039,51	11	249.549,19	11	249.549,19	61	1.375.741,46
11	Suba	4	1	14.564,06	4	90.745,16	6	136.117,74	14	317.608,06	10	226.862,90	18	408.353,22	53	1.194.251,14
12	Barrios Unidos	2			5	113.431,45	23	521.784,67	37	839.392,73	11	249.549,19	1	22.686,29	77	1.746.844,33
14	Los Mártires	4			34	771.333,86	56	1.270.432,24	51	1.157.000,79	12	272.235,48	3	68.058,87	156	3.539.061,24
15	Antonio Nariño	3			8	181.490,32	22	499.098,38	39	884.765,31	13	294.921,77	4	90.745,16	86	1.951.020,94
16	Puente Aranda	4	2	29.128,11	21	476.412,09	37	839.392,73	46	1.043.569,34	17	385.666,93	1	22.686,29	124	2.796.855,49
18	Rafael Uribe Uribe	4	2	29.128,11	11	249.549,19	23	521.784,67	29	657.902,41	3	68.058,87	1	22.686,29	69	1.549.109,54
19	Ciudad Bolívar	2			10	226.862,90	7	158.804,03	2	45.372,58	10	226.862,90	14	317.608,06	43	975.510,47
Total Usuarios		50	12		152		329		493		185		130		1.301	
Total en gramos				174.768,66		3.448.316,08		7.463.789,41		11.184.340,97		4.196.963,65		2.949.217,70		29.417.396,47
Total en Kilogramos				174,77		3.448,32		7.463,79		11.184,34		4.196,96		2.949,22		29.417,40
Total en Toneladas				0,1748		3,4483		7,4638		11,1843		4,1970		2,9492		29,4174

Fuente: Autor (2023).

Tabla 8. Residuos orgánicos anuales de los Jardines Infantiles de SDIS.

Residuos Orgánicos Anuales			
Jardines Infantiles	**Gramos**	**Kilogramos**	**Toneladas**
Diurnos	1.189.470.821,44	1.189.470,82	1.189,47
Nocturnos	29.417.396,47	29.417,40	29,4174
Total	1.218.888.217,91	1.218.888,22	1.218,89

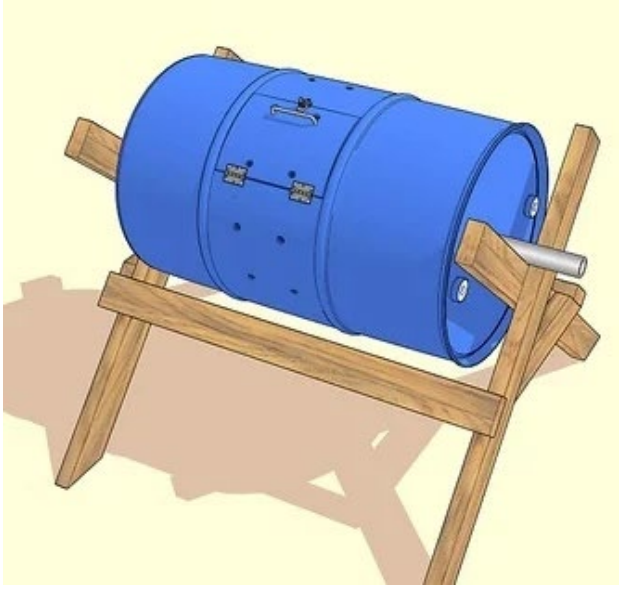
Fuente: Autor (2023).

De acuerdo con el proyecto de acuerdo N°453 de 2022, solo 354 toneladas diarias son aprovechadas de las 3.372 toneladas generadas, con la implementación del sistema de compostaje se incrementará en 3,34 Toneladas diarias el aprovechamiento de los residuos orgánicos.

Estructuración Del Compostaje Como Tecnología Apropiada

El diseño del compostador para el sistema cerrado horizontal o discontinuo se proyecta a que sea como se muestra en la siguiente imagen:

Figura 10. Diseño del compostador casero propuesto.

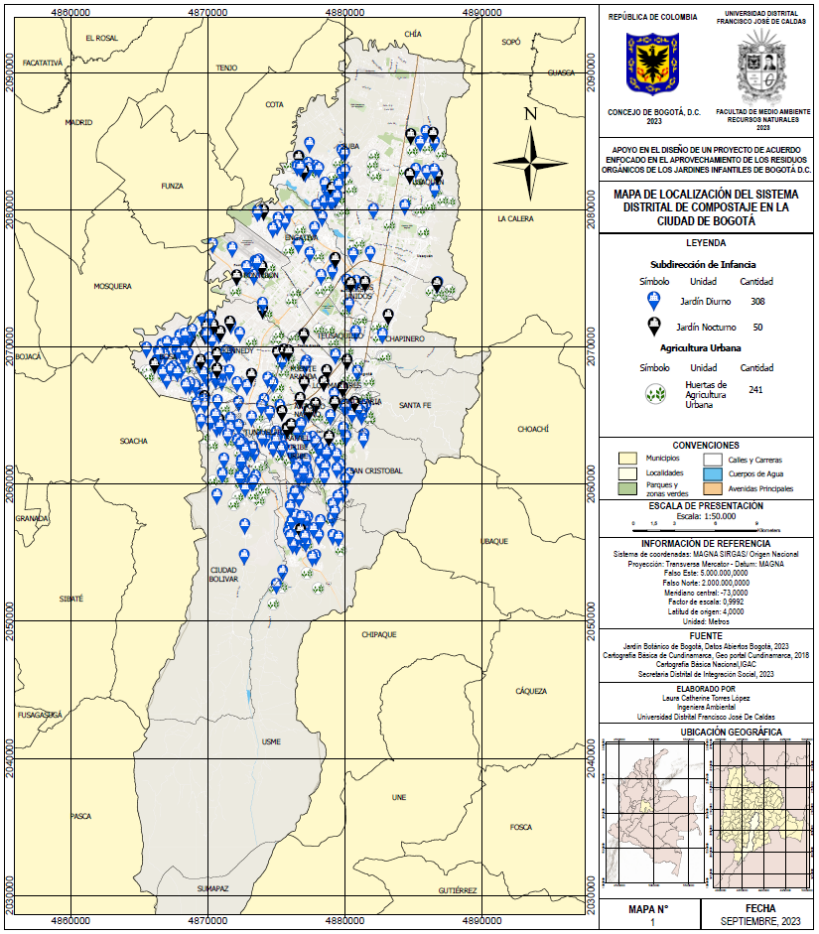


Fuente: Adaptado de la Guía Técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultora de la UAESP (2014).

Las dimensiones y la cantidad de compostadores dependerán de la huerta y la cantidad de residuos sólidos que puedan almacenar, pero manteniendo el significado e identidad de que sea una tecnología apropiada, utilizando materiales locales, de fácil utilización pro la población y su propósito de sostenibilidad.

A continuación, se presenta el mapa de localización de las huertas urbanas en donde se dispondrán los residuos orgánicos de cocina previamente separados de los jardines infantiles de la ciudad de Bogotá.

Figura 11. Mapa de localización del sistema distrital de Compostaje de Bogotá.



Fuente: Adaptado de la información obtenida por los derechos de petición a la Secretaría de Integración Social. Anexo 2

Sistema de recolección de residuos

Se proyecta que el sistema de recolección de residuos se realice de manera semanal en cada uno de los jardines infantiles del SDIS, donde se recomienda que el almacenamiento se realice en un bidón plástico al cual se le añada aserrín cada día para evitar la proliferación de vectores y malos olores.

La disposición de los residuos orgánicos de cocina se debe realizar en las huertas urbanas comunitarias de forma que cada una reciba una vez al mes, mínimo 100 kilogramos de desechos orgánicos, teniendo en cuenta que la descomposición de alimentos tiene una duración aproximada de 30 días y que es la capacidad máxima que puede almacenar el compostador de sistema cerrado propuesto.

Con base en la generación de residuos orgánicos anuales de los jardines (1218 Toneladas), y la cantidad de huertas urbanas comunitarias con las que cuenta el Distrito Capital (241 unidades), se estima que cada una debe tener al menos 4 compostadores.

Análisis De Los Impactos Del Relleno Sanitario Doña Juana

La reducción en la generación de lixiviados que se calculó mediante el método suizo se muestra a continuación:

Tabla 9. Generación de lixiviados con los residuos sólidos antes y después de la implementación del proyecto de acuerdo

	Densidad de los Residuos	**Volumen de los residuos**	**% Humedad Inicial**	**%Humedad Final**	**Diferencia de Humedades**	**Volumen de lixiviados**	**Volumen que Percola como Lixiviado**
	D (Ton/m3)	**V (m3)**	**HI %**	**HF %**	**(Hi-HF)**	**(V*H)**	**(V*H)*25%**
Antes de la reducción	1,07	2.580.836	75%	72%	3%	77.425,08	19.356,27
Después de la reducción	1,07	2.579.617	75%	72%	3%	77.388,51	19.347,13
Reducción Total		1.219				36,57	9,14

Fuente: Adaptado del método suizo para la estimación de la generación de lixiviados con base en los residuos sólidos generados.

Obteniendo una reducción de lixiviados de 9,14 m3 o 9.140 litros, en principio es un valor mínimo; sin embargo, considerando que actualmente las únicas dos plantas de acopio de residuos orgánicos que tiene la ciudad de Bogotá, las cuales están ubicadas en la periferia (Usaquén y Ciudad Bolívar), aprovechan alrededor de 110 toneladas mensuales con procesos tecnificados y de un alto costo, el proyecto de acuerdo propuesto iguala esta cantidad de toneladas mensuales gestionando únicamente los residuos orgánicos de cocina de los jardines infantiles de la SDIS mediante una tecnología apropiada de bajo costo y que no requiere un amplio conocimiento técnico para su uso.

Empleando esta metodología para los demás servicios de la SDIS, que realizan un proceso de transformación de alimentos, como lo son los comedores comunitarios, centros para la vejez, centros para la adultez, etc., se estima que dicho valor pueda llegar a ser significativo, y reduzca otros impactos adyacentes a la generación de lixiviados, como por ejemplo la proliferación de vectores, la generación de malos olores, entre otros.

Tiempo de vida

$$Vida\ Util\ en\ años = \frac{Capacidad\ Total\ del\ Relleno\ Sanitario}{Tasa\ de\ Generación\ de\ residuos\ por\ año}$$

Según la UAESP el relleno sanitario de doña juan recibe 2.324.320 Ton/año y con la reducción de residuos de los jardines de 1218,888 Ton/Año se obtuvieron los siguientes resultados. (Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, 2023)

Con el proyecto de acuerdo sin implementar

$$Vida\ Util\ en\ años = \frac{17.197.610\ Ton}{2.324.320\ \frac{Ton}{Año}} = 7{,}3989\ Años$$

Con el proyecto de acuerdo implementado

$$Vida\ Util\ en\ años = \frac{17.197.610\ Ton}{2.324.320\frac{Ton}{Año} - 1.218{,}888\frac{Ton}{Año}} = 7{,}4029\ Años$$

Se denota un aumento de 0,004 años o 1,42 días, a pesar de ser un valor de tiempo muy corto, junto con la propuesta del distrito referente a el Parque de Innovación Doña Juana en donde se planea la instauración de una planta de reciclaje para los residuos inorgánicos y aprovechables, se espera que el aumento de tiempo de vida del relleno sanitario sea mas significativo.

Conclusiones

- La caracterización de los residuos orgánicos se hizo de forma teórica teniendo en cuenta los pesos brutos y netos suministrados por la Secretaría Distrital de Integración Social, se evidencia la falta de información sobre los residuos orgánicos de cocina que generan los jardines infantiles además de la falta de capacitación sobre la separación en la fuente a los trabajadores.
- El compostaje al ser una tecnología apropiada permite que se adapte a las características climáticas y de infraestructura que presentan las huertas urbanas en el Distrito Capital, además de ser de fácil aplicación y explicación tanto a los generadores de residuos como para las personas que los reciben dentro de su huerta.
- Los sistemas de compostaje cerrados desempeñan un papel fundamental en las ciudades debido a una serie de razones importantes que abordan cuestiones medioambientales, económicas y sociales tales como la reducción significativa de la cantidad de residuos sólidos que van a parar a los vertederos, disminuyendo la presión sobre el relleno prologando su vida útil, promoviendo practicas más sostenibles en las ciudades al ser una tecnología que reduce la producción de olores y plagas en comparación con el compostaje al aire libre, mejorando la calidad de vida de las personas de sus cercanías.
- Para la aplicación del proyecto de acuerdo para la Subdirección de Infancia del Distrito Capital, concentrado en los jardines diurnos y nocturnos, se obtuvo que para 1.218 toneladas que pueden ser compostables, hay una reducción de la generación de lixiviados de 9,14 m3 o 9.140 litros y un aumento de vida útil del relleno de 0.004 años o 1,42 días , que podrían verse no significativos; pero al implementarlo para las demás subdirecciones a cargo del Distrito, se puede llegar a detallar un cambio significativo en los impactos

generados por la disposición de residuos orgánicos en el Relleno Sanitario Doña Juana, aumentando a 3.360 toneladas aproximadamente de residuos que pueden ser compostables al año con una reducción de la generación de lixiviados de 25,20 m3 o 25.200 litros y un aumento de la vida útil del relleno de 0,0108 años o 4 días.

Recomendaciones

En el marco de la búsqueda de soluciones integrales y sostenibles para la gestión de residuos orgánicos en el Distrito Capital, se recomienda un conjunto de acciones y estrategias destinadas a concientizar, fomentar y educar a la comunidad sobre la importancia de la separación en la fuente y promover el desarrollo de huertas urbanas en Bogotá D.C. Una de las primeras medidas es fortalecer los procesos de aprendizaje de los niños en los jardines infantiles, involucrando a los padres en talleres de compostaje en las unidades de servicio. Esta iniciativa busca no solo enseñar a los niños sobre la separación adecuada de residuos, sino también explicar por qué es crucial para el medio ambiente y la comunidad.

Paralelamente, se propone llevar a cabo proyectos de investigación, desarrollo e innovación en tecnologías apropiadas para el tratamiento de residuos orgánicos. Estos proyectos deben ser una colaboración entre la academia, la población trabajadora de las huertas y los mercados campesinos, lo que puede impulsar soluciones efectivas y sostenibles.Para incentivar aún más la creación de huertas urbanas, se promoverá su desarrollo y expansión en la ciudad. Esto no solo aumentará la disponibilidad de productos orgánicos y sostenibles en el Distrito Capital, sino que también facilitará la gestión de residuos orgánicos generados por la Secretaría de Integración Social.

La promoción de los mercados campesinos locales existentes en la ciudad es otra estrategia clave, ya que permite dar una circulación a los alimentos producidos por las huertas urbanas, fortaleciendo así la economía local y la conexión entre productores y consumidores.

Por otra parte, se sugiere la búsqueda de alianzas con otras entidades públicas o privadas que tengan funciones relacionadas con el tratamiento de residuos orgánicos. Esta colaboración es esencial para garantizar que la cantidad de residuos generada por las unidades de servicio pueda

ser gestionada de manera adecuada y evitar su envío al Relleno Sanitario Doña Juana sin tratamiento previo.

Finalmente, se espera que, con la ejecución de este proyecto de acuerdo, pueda ser un ejemplo a la implementación del mismo a nivel nacional, con las diferentes entidades municipales, distritales, departamentales y nacionales, con el objetivo de buscar una disposición adecuada para los residuos orgánicos de cocina y no sobrecargar los rellenos sanitarios.

Bibliografía

Alcaldía Mayor De Bogotá. (2015). *GUÍA TÉCNICA PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS A TRAVÉS DE METODOLOGÍAS DE COMPOSTAJE Y LOMBRICULTURA.* Bogotá: SECRETARÍA DISTRITAL DE HÁBITAT. https://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf

Concejo de Bogotá. (2020). *Proyectos de Acuerdo*. https://www.concejodebello.gov.co/web/index.php/misional/proyectos-de-acuerdo

Concejo de Bogotá. (2022). *ANALES DEL CONCEJO DE BOGOTÁ, D.C. PROYECTOS DE ACUERDO.* Bogotá. https://concejodebogota.gov.co/cbogota/site/artic/20220730/asocfile/20220730160643/edicio__n_3429_pa_451_459_pd_de_2022.pdf#page=58

Consorcio Málaga. (2023). *RESIDUOS ORGÁNICOS.* Consorcio Provincial de RSU.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2014). *Resolución No.1351 de 18 JUN. 2014.* Colombia: DIrección General Republica de Colombia. https://www.uaesp.gov.co/images/LICENCIA_CAR_1351.pdf

Departamento Nacional de Planeación. (2021). *Guía nacional para la adecuada separación de los residuos sólidos. Bogotá: Oficina Asesora de Comunicaciones.*

Garita, N., & Rojas, J. (2015). *Guía práctica para el manejo de los residuos orgánicos utilizando composteras rotatorias y lombricompost.* Vicerrectoría Académica & Programa UNA-Campus Sostenible.

Martin Calvo, J., & Castañeda Gomez, J. (Julio de 2021). Estimación de metano, dióxido de carbono y compuestos orgánicos en el relleno de Doña Juana en Bogotá, Colombia. *Revista De Ciencias Ambientales, 55*(2). doi:http://dx.doi.org/10.15359/rca.55-2.16

Matheos, R., Orihuela, N., & Paz, O. (2020). *Evaluación y Selección de una Tecnología para el Tratamiento de Residuos Sólidos Orgánicos Municipales en la ciudad de Arequipa - 2020.*

Pozo Bejerano, J., García Gutiérrez, J. A., & Vázquez Pérez, Y. (2020). *Estimación del caudal medio de lixiviados generados en el vertedero de Viñales, Pinar del Río.* Pinar del Río: IDICT. https://www.redalyc.org/journal/6378/637869117002/html/

Reyes, J. (2020). *Manejo de los residuos orgánicos de la cocina y comedor de la Escuela Superior Naval "CMDTE. RAFAEL MORÁN VALVERDE".* [Tesis de grado, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE].

Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor experiencias en América Latina.* Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Sánchez Romero, Á., & Hidalgo Muñiz, F. (2016). *ESTUDIO SOBRE MAQUINARIA IDÓNEA PARA LAS LABORES DE COMPOSTAJE DE ALPEORUJOS.* Andalucia: Junta de Andalucia. https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/documento_completo.pdf

Secretaría de Integración Social. (2023). *Subdirección de Nutrición: Planificación alimentaria.*

Social, S. d. (2023). *Subdirección de Nutrición: Planificación alimentaria.*

Suarez Robayo, R. F., & Arias Valencia, J. A. (2015). *CARACTERIZACIÓN DE LIXIVIADOS DEL RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA.* Bogotá: Escuela Colombia De Ingeniería Julio Garavito. https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/handle/001/336/Suarez%20Robayo%2C%20Roman%20Fernando%20-%202015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

UAESP. (2023). *Operación y Generalidades Especiales Relleno Sanitario Doña Juana*. https://www.uaesp.gov.co/especiales/relleno/

Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos. (2023). *Informe de Gestión Unidad Administrativa Especial de Servicio Públicos - UAESP (2022)*. .