

Estudio de la viabilidad técnica y ambiental para la valorización de residuos orgánicos producidos en la plaza de mercado de Corabastos - Bogotá a través del proceso de digestión anaerobia

*Study of technical and environmental feasibility of the valorization of organic waste produced in the Corabastos marketplace - Bogotá through anaerobic digestion process*

Lina M. Geney Reyes<sup>1</sup>

Argemiro J. Mendoza Geney<sup>2</sup>

Carlos Rojas Gutiérrez<sup>3</sup>

### Resumen

La creación y aplicación de un biodigestor en la Plaza de Mercado Corabastos en Bogotá tiene como objetivo el manejo adecuado de los residuos orgánicos generados en la plaza, a través de su clasificación y tratamiento. Un biodigestor es un sistema que utiliza microorganismos para descomponer materia orgánica y producir biogás y abono orgánico. En este caso, se busca aprovechar los residuos orgánicos de la plaza para producir biogás que puede ser utilizado como fuente de energía, y abono orgánico que puede ser utilizado para la fertilización de los cultivos. Este proyecto busca mejorar la gestión de residuos en la plaza de mercado, reducir la contaminación ambiental y mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona. Además, puede servir como un ejemplo a seguir para otras plazas de mercado y comunidades de la ciudad.

**Palabras Clave:** biodigestor, residuos sólidos, biogás, abono, energía, contaminación, residuos orgánicos.

<sup>1</sup> Administradora de Empresas, Fundación Universitaria Área Andina, Bogotá – Bogotá D.C. (Colombia), [rgeneyl@gmail.com](mailto:rgeneyl@gmail.com)

<sup>2</sup> Zootecnistas, Fundación Universitaria Área Andina, Sincelejo - Sucre (Colombia), [armege85@gmail.com](mailto:armege85@gmail.com)

<sup>3</sup> Ingeniero Catastral Y Geodesta, Fundación Universitaria Área Andina, Villavicencio – Meta, (Colombia), [caferogu89@gmail.com](mailto:caferogu89@gmail.com)

The creation and application of a biodigester at the Corabastos Market Square in Bogotá aims at the proper management of organic waste generated in the square, through its classification and treatment. A biodigester is a system that uses microorganisms to decompose organic matter and produce biogas and organic fertilizer. In this case, the aim is to use the organic waste from the plaza to produce biogas that can be used as a source of energy and organic fertilizer that can be used to fertilize crops. This project seeks to improve waste management in the marketplace, reduce environmental contamination, and improve the quality of life of the area's inhabitants. In addition, it can serve as an example for other marketplaces and communities in the city to follow.

Key words: biodigester, solid waste, biogas, compost, energy, pollution, organic waste.

### **1. *Planteamiento del Problema***

A través de toda la cadena de abastecimiento agroalimentaria, desde el momento en que se realiza la cosecha hasta que llega al consumidor final se registran infinidad de desperdicios de alimentos que pueden ser aprovechables y la Central de Abastos – Corabastos no es la excepción ya que según un informe de la (SAC, 2018) el desperdicio que se proporciona en la central es de 4.5 toneladas de alimentos diarios que producen un gran impacto ambiental negativo y como consecuencia las poblaciones que viven en la zona y aledañas son las más afectadas por los impactos nocivos, ya que en el proceso natural de descomposición de los alimentos que se pierden y se desperdician, se liberan elementos químicos y moléculas tales como el carbono (C), el nitrógeno (N<sub>2</sub>) y olores fétidos que conllevan a la contaminación del aire, al aumento de la temperatura (calentamiento global), la generación de enfermedades, epidemias, contaminación atmosférica y del agua, erosión del suelo, emisiones de gases de efecto invernadero y pérdida de biodiversidad (Ramirez, 2020).

Durante años, la central de Abastos ha sido la plataforma presencial para la economía campesina, donde llegan diariamente 14 000 toneladas de alimentos

provenientes de las diferentes zonas del país. Actualmente está pasando un momento crítico en donde su crecimiento ha sido desordenado y sin ningún tipo de planeación, ocasionando una movilidad caótica, inseguridad dentro del lugar y cero controles en los productos ingresados y mayores desechos de alimentos y sin un manejo para las disposiciones de ellos (Velasco, 2019). Como consecuencia de esto, los individuos que entran a realizar compras prefieren comprar lo que van a consumir únicamente durante el día o durante la semana, ya que los alimentos se dañan de manera muy rápida, los locales no están debidamente aseados y por el abastecimiento diario son propensos a plagas (TIEMPO, 1996) y económicamente se ven afectados, generando así menor rotación entre los locales por el mal manejo de los alimentos y los residuos provocados disminuyendo los ingresos mensuales de los vendedores.

La Corporación de Abastos de Bogotá S.A.- CORABASTOS es una Sociedad del orden nacional, de economía mixta vinculada al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, la Gobernación de Cundinamarca y la Alcaldía de Bogotá (CORABASTOS, 2022). Y aunque es una corporación, no deja de ser una plaza de mercados por su estructura y metodología de comercio y debe estar monitoreada por Secretaría de Salud de Bogotá para llevar a cabo comités de higiene para el manejo de las aguas y excretas, los productos, la salud ocupacional, la participación comunitaria y fomento y prevención en controles de higiene; la Secretaría de Tránsito de Bogotá para mejorar la señalización interna del establecimiento y evitar un caos de movilidad; La empresa de Alcantarillado y Acueducto de Bogotá para ejecutar un plan de acueducto y alcantarillo.

## **2. Pregunta de Investigación**

¿Cuál es la viabilidad técnica y ambiental para la valorización de residuos orgánicos producidos en la plaza de mercado de Corabastos - Bogotá a través del proceso de digestión anaerobia?

## **3. Objetivo General**

Diseñar una estrategia de gestión para el uso adecuado de los residuos orgánicos producidos en la plaza de mercado de Corabastos – Bogotá que incluya la valorización de estos residuos a través de la digestión anaerobia.

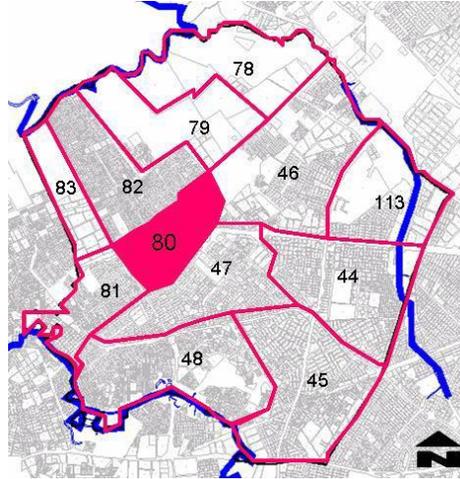
#### **4. Objetivos Específicos.**

- ✚ Realizar el diagnóstico de la producción de los residuos orgánicos, su composición y el efecto socioambiental que se genera en el marco del funcionamiento de la plaza de mercado de Corabastos.
- ✚ Analizar las consideraciones técnico-ambientales del proceso de digestión anaerobia de los residuos orgánicos producidos en la plaza de mercado Corabastos – Bogotá en función del diagnóstico realizado.
- ✚ Realizar un estudio de las variables que definen la viabilidad técnica y ambiental para la valorización de residuos orgánicos producidos en la plaza de mercado de Corabastos - Bogotá a través del proceso de digestión anaerobia como estrategia para la gestión sostenible de estos residuos.

#### **5. Marco referencial**

##### *Marco Geográfico*

La Unidad de Planeamiento Zonal (UPZ) Corabastos, localizada en el extremo occidental de la Avenida de las Américas, se conecta con la Avenida Boyacá y con la Av. Ciudad de Cali, que permiten la articulación con la Calle 13 que da acceso al Polo subregional de Facatativá, con la calle 80 que permite la conexión con Centros subregionales como Honda y Medellín, con la Autopista Sur que permite conectar con Girardot e Ibagué y la comunicación con los Llanos orientales por la Avenida Ciudad de Villavicencio. La Localidad Kennedy se localiza en la zona suroccidental de la ciudad y está conformada por 12 Unidades de Planeamiento Zonal, donde localizamos con el número 80 a Corabastos, como se identifica en la siguiente figura. (Bogotá, 2011)



### 1. PZ localidad de Kennedy y ubicación UPZ 80

La UPZ No. 80 - Corabastos cuenta con dos elementos que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal: la Chucua de la Vaca, Parque Ecológico Distrital de Humedal (que representa 7,98 Ha de área protegida, definida por el Art. 95 del Decreto 190 del 2004, y el Parque Metropolitano Cayetano Cañizares (10,63 Ha) de escala urbana. El 60,97% del territorio de la UPZ Corabastos se encuentra en Amenaza Media de Inundación, por encontrarse en el límite del valle aluvial del Río Bogotá que atraviesa la UPZ en sentido norte-sur. (Bogotá, 2011)

#### *Marco Investigativo*

Haciendo una revisión de proyectos dedicados al buen manejo de los residuos orgánicos que se generan en Corabastos y hacer un segundo uso de este; no se encuentra evidencia científica similar a la de este proyecto, mas, sin embargo, se evidencian investigaciones para la planeación de un sistema geográfico que permita sobre los problemas sociales, comerciales y ambientales que los desechos orgánicos provocan en el diario vivir de Corabastos (Guavita, 2017). Así mismo se evidencia una investigación publicada por la Universidad Jorge Tadeo Lozano, en donde se busca aprovechar los residuos orgánicos para transformarlos en transformándolos en productos de valor agregado, como fertilizantes y energía eléctrica a partir de biogás, energía eléctrica por gasificación, acetona, butanol, etanol, colorante en polvo, etc. (RAMÍREZ & PORTILLA, 2019). Hecha esta identificación investigaciones similares al proyecto, podemos identificar que no se

evidencia una investigación que sea semejante a esta, ya que estos trabajos se enfocan una mejor organización de la estructura geográfica del lugar y posibles segundos usos de estos residuos que generan un impacto positivo al medio ambiente y así mismo deje de afectar a las poblaciones cercanas de Corabastos (DRR POT, p. 21).

### *Marco Legal*

El manejo de los residuos orgánicos en la ciudad de Bogotá es poco claro, mas sin embargo existe un Marco Normativo que reglamenta algunos de los proceso del manejo de estos residuos; encontramos que la Resolución 2674 de 2013 expedida por el Ministerio de Salud y la Protección Social menciona en el numeral Capítulo 1 en el inciso 5 sobre Disposición de Residuos Sólidos, se reglamenta que las personas naturales o jurídicas deben cumplir con los requisitos sanitarios en la Preparación y Almacenamiento de Alimentos: (Ingeniera, 2018) “5.4. Cuando se generen residuos orgánicos de fácil descomposición y no se disponga de un mecanismo adecuado de evacuación periódica se debe disponer de cuartos refrigerados para el manejo previo a su disposición final” (MinSalud, 2013, pág.10). De la misma forma, el CONPES 3874, nos menciona que “... Dentro del ciclo biológico, distintos procesos (compostaje, digestión anaeróbica, biogás) permiten regenerar los materiales descartados ...” (Pág. 22) Y que esta técnica es la que tiene un menor costo por tonelada por debajo de otras como lo es el reciclaje y el tratamiento con fines de generación de energía. (Colombia, 2016).

## **6. Marco teórico**

### *Educación Ambiental*

La educación ambiental debe ser entendida como un proceso dinámico y de participación para poder comprender las problemáticas ambientales que se tienen en sus contextos, ya sea: locales, regionales, nacionales así mismo como la capacidad de poder participar en las actividades de la construcción de propuestas para la mejora de estas problemáticas. (Pinilla & Lopez, Seminari de Investigación I, 2022). Hecha esta salvedad, y entendiendo la aplicación de la educación

ambiental, vemos como a nivel global esta ha tenido bastante auge durante los años, debido al sin número de problemáticas ambientales que se presentan a nivel mundial. En Colombia, la educación Ambiental busca procurar cambios individuales y sociales en la población, las instituciones educativas colombianas se han centrado en la relación ser humano – entorno, viéndose apoyada por la pedagogía para el mejoramiento de los procesos de enseñanza-aprendizaje en todos los niveles de la educación, y la psicología ambiental. (Rojas & Peñaloza, 2019). Esta estructura se está implementando en las diferentes ciudades del país, vemos como en la capital de este se ha implementado la educación ambiental por medio de los PRAES, PROCEDAS, pedagogía ambiental abierta, etc. Con el fin de llegar a cada una de las personas y esta información se replique para que se pueda realizar un trabajo en conjunto con el fin que se mejoren los puntos críticos de la ciudad como lo pueden llegar a ser Corabastos que es el enfoque de esta investigación.

### *Gestión Ambiental*

La gestión ambiental nace por la necesidad que tiene la sociedad de conservar y mejorar la diversidad y calidad ambiental, es decir, de los recursos que sirven para satisfacer las necesidades de los seres humanos, y que son fundamentales como soporte de la vida en la tierra (Pinilla & Lopez, Seminari de Investigación I, 2022). Esto presiona a todos los individuos a detener y rebobinar el deterioro ambiental que se presenta hoy por hoy con el fin de dejar un mundo mejor a las futuras generaciones. Dicho esto, en Bogotá, se ha desarrollado El Plan de Gestión Ambiental -PGA que es el instrumento de planeación ambiental de largo plazo de Bogotá, D.C. en el área de su jurisdicción, que permite y orienta la gestión ambiental de todos los actores estratégicos distritales, con el propósito de que los procesos de desarrollo propendan por la sostenibilidad en el territorio distrital y en la región. (Ambiente, 2009). Este tiene como objetivo en Bogotá es generar calidad de aire y una armonía socioambiental por medio de Investigación; Información y comunicaciones; Educación ambiental; Participación; Fortalecimiento institucional;

Sostenibilidad económica; Cooperación y coordinación interinstitucional; Control y vigilancia; Manejo físico y ecourbanismo.

### *Residuos Orgánicos en la Plaza de Corabastos*

El manejo integral de los residuos sólidos orgánicos que se generan en la ciudad de Bogotá es prioridad ya que en esta ciudad se generan alrededor de 6.300 toneladas de residuos orgánicos donde el 55.2 % es de residuos orgánicos biodegradables, más de la mitad de los residuos que genera la población son orgánicos, es por esto que el distrito en conjunto con la Gestión Integral de Residuos Sólidos han creado una estrategia para reducir este número por medio de desarrollado el programa Basura Cero que busca reducir el monto de residuos generados y administrarlos de una manera sostenible, minimizando la carga ambiental asociada con un sistema de gestión (UAESP, 2014). Para la plaza de mercados de Corabastos, se realiza una caracterización de los residuos orgánicos que se generan y con esto se determina la composición física y química de los residuos sólidos, y notando el porcentaje tan alto que se genera de estos residuos, Los administradores de las plazas Corabastos manifiestan interés y disposición a trabajar en programas de gestión de residuos, especialmente programas de reciclaje y de compostaje, y sobre todo sí éstos se traducen en una disminución de las tarifas vigentes. Pero hasta el momento no hay una evidencia que este tipo de prácticas se realicen dentro del lugar por eso se siguen generando muchos lixiviados que ocasionan malos olores y molestas a las personas que viven alrededor del lugar e inclusive a los mismos vendedores.

## **7. Marco Metodológico**

### *7.1 Tipo de Investigación*

La investigación se desarrolló bajo el método cualitativo-descriptivo, donde en lo cualitativo se implementa con el fin de establecer una estrategia de gestión para el uso adecuado de los residuos orgánicos producidos en la plaza de mercado de Corabastos, por esto para el primer objetivo se llevara a cabo una caracterización de los residuos de la plaza soportándolo por una revisión bibliográfica enmarcado

en el contexto nacional y Bogotá. En cuanto al objetivo se hará netamente una revisión de información técnica con base al contexto Nacional e Internacional y para el ultimo objetivo se aplicara el instrumento de encuesta y una entrevista abierta. Dicho esto, lo descriptivo busca especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis (Sampieri, pág. 77, 2014)

### *7.2 Método de Investigación*

La investigación se llevó a cabo por medio del método Investigación Acción (IA) ya que este se desarrolla bajo el estudio de una situación socioambiental vivida por la comunidad en un territorio específico que tiene como objetivo ampliar la comprensión (diagnóstico) y acciones van encaminadas a modificar la situación. (Pinilla & Lopez, Seminario de Investigación II Eje 1, 2023).

### *7.3 Ruta Metodológica*

- 1 Conformar grupos de máximo tres personas para la selección de la temática a trabajar.
- 2 Se identificó la zona de trabajo, en este caso la Plaza de mercados Corabastos Ubicado en la Localidad de Kennedy en la Ciudad de Bogotá, por la problemática de los múltiples desechos orgánicos generados a diario.
- 3 Se realizó una revisión bibliográfica de los diferentes trabajos, reportes, artículos, tesis y demás documentos de interés que traten el tema a investigar.
- 4 Se hizo la elaboración de la pregunta de investigación, la descripción del problema, los objetivos generales específicos, el marco teórico y legal.
- 5 Se establece el tipo de investigación, la metodología, muestra, metodología, los instrumentos a implementar y el diseño de ellos.

- 6 Se elabora el marco de resultados teniendo en cuenta que estos den respuesta a los objetivos establecidos y finalmente se formula la propuesta de gestión ambiental.

#### *7.4 Población*

La investigación se llevó a cabo en la Plaza de Mercados Corabastos ubicado en la Localidad de Kennedy de la Ciudad de Bogotá con un total de 42 hectáreas, divididas en 32 bodegas que a la vez se subdividen en 6000 locales comerciales, en donde se implementó una entrevista al ingeniero encargado, y al doctor en energías renovables; Libardo Mendoza. Adicionalmente. Así mismo se hizo una observación por la plaza de mercados. (Roberto Hernandez, Carlos Fernandez, & Pilar Baptista, 2010)

#### *7.5 Muestra*

Se selecciono una muestra de tipo no probabilística ya que la elección de los elementos no depende de la probabilidad si no de la característica de la investigación; en este caso se seleccionaron dos personas para la aplicación de una entrevista y observar diferentes aspectos y procesos dentro de la plaza de mercados de Corabastos.

### **8. Marco de Resultados**

#### *8.1 Resultados Metodológicos*

Los resultados presentados a continuación, corresponden a la realización de una caracterización de residuos sólidos encontrados en la plaza de Corabastos apoyándonos y una revisión bibliográfica; en segunda instancia los resultados fueron netamente fundamentados en una revisión de información técnica secundaria y tercero, se aplicó una entrevista al experto en energías renovables y al ingeniero de apoyo encargado para la plaza de mercado y una observación de los residuos

### 8.1.1 Caracterización de residuos.

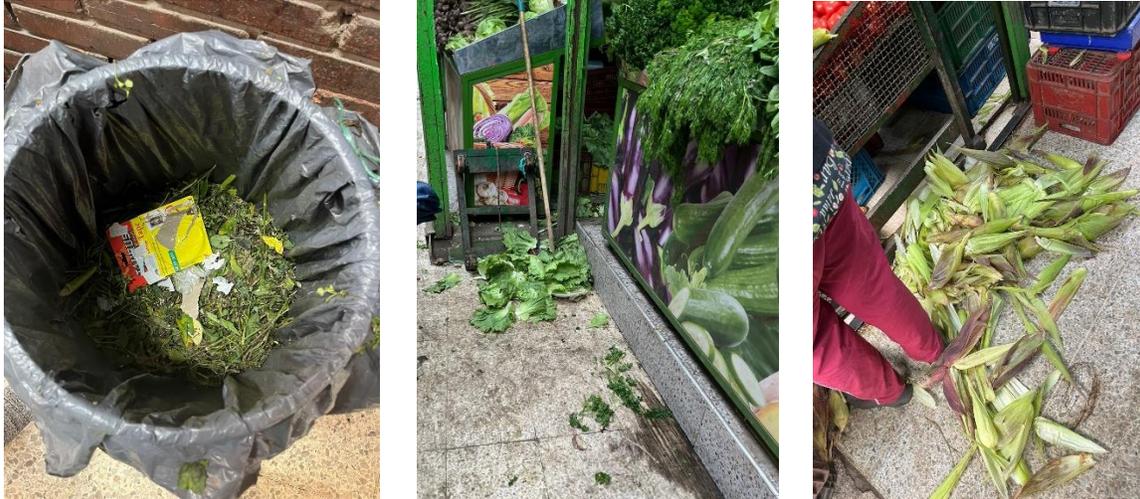
Durante el proceso de caracterización de los residuos, haciendo la salvedad que en la central de Abastos se encuentra residuos sólidos de origen animal, alimentos procesados, papel, cartón, empaques, residuos de origen orgánicos, entre otros. En Corabastos se generan un aproximado 127 toneladas al día de residuos sólidos y en temporada alta, según el Ingeniero Jhon “... se pueden generar aproximadamente 130 toneladas al día, como va a pasar ahorita el día de la mujer ...” es decir qué; “... aproximadamente el 80% son residuos orgánicos ...” Así lo respalda un estudio realizado por el Consorcio NAM Ltda y Velzea Ltda del 2008 que mencionan que las verduras, las frutas, las hortalizas, vegetales, granos y procesados corresponden al 80% de los residuos generadas en la plaza.

Del mismo modo, cerca del 40 % es decir; 50.8 ton/día de las 127 toneladas generadas, provienen de maderas, papel periódico, plástico y vidrio, mientras que el 60 % equivalente a 76.2 ton/día restante deriva de frutas 20 % - 15.32 ton/día, verduras 40 % - 30.6 ton/día y hortalizas 40 % 30.6 ton/día (Siatoya & Arce, 2019). Así mismo, en el 2021, 25.953 toneladas de residuos orgánicos fueron aprovechados

Dicho lo anterior, se pudo notar que, en la central de abastos, lo que son las verduras, las hortalizas y algunos desechos de los cereales como las hojas de maíz es lo que genera una mayor cantidad de residuos que, aunque algunos locales e islas hacen la tarea de desecharlos en los puntos de deposición y hacen un cruce de desechos porque se encuentra mezclado con papel, plástico, entre otros, también se evidencia como otros no lo hacen y estos quedan abandonados en el piso (Ver figura 1).

#### **Figura 1.**

*Imágenes residuos orgánicos Plaza de Mercado Corabastos*



*Nota: Fuente de elaboración propia.*

### 8.1.2 Revisión de información técnica secundaria

El proceso de digestión anaerobia es un método para el tratamiento de residuos orgánicos que implica la destrucción biológica de la materia orgánica en ausencia de oxígeno. Durante este proceso, los microorganismos descomponen la materia orgánica y producen biogás, que puede ser utilizado como fuente de energía renovable.

Corabastos cuenta con una gestión interna para la recolección de los residuos sólidos, hasta el 2022 trabajó con la empresa Unión Temporal – Residuos Verdes que debía realizar la limpieza y la selección de aquellos residuos potencialmente aprovechables ya sean orgánicos con el fin de poder obtener un regenerador de suelo. (UAESP U. A., 2010). Actualmente existe un convenio con la Empresa INTERASEO S.A.S. ESP, la cual cuenta con funciones similares y estará en labor por un tiempo de 15 años.

Por otro lado, la UTRV para el año 2010 se encontraba diseñando un “biorreactor” (recipiente o sistema que mantiene un ambiente biológicamente activo por medio de un proceso químico) con el fin de transformar residuos orgánicos en abono biológico líquido, mediante un proceso biológico anaerobio (UAESP U. A., 2010). Para que este proceso sea efectivo se deben considerar variables técnico-ambientales

del proceso para garantizar que se logre un equilibrio adecuado entre la generación de energía y la protección ambiental.

En línea con lo anterior, la selección adecuada del tipo de residuos orgánicos: para que el proceso de digestión anaerobia sea eficiente, es importante seleccionar los tipos de residuos orgánicos adecuados que contengan altos niveles de materia orgánica y nutrientes para el crecimiento de las bacterias anaerobias, el diseño y la operación del sistema de digestión anaerobia deben considerar aspectos como la temperatura, la combinación y la relación de mezcla de los residuos para maximizar la producción de biogás y minimizar la emisión de gases de efecto invernadero y la gestión adecuada de los residuos durante el proceso es esencial para evitar la contaminación ambiental. Es importante garantizar que los residuos se manejen de manera segura y se dispongan correctamente para evitar la liberación de gases tóxicos. (Reyes, 2017).

#### *8.1.2 Entrevista y observación*

Con base a lo hablado con el Doctor Libardo Mendoza, se lograron identificar dos atributos importantes a la pregunta sobre qué aspectos técnicos son relevantes para la caracterización de los residuos orgánicos:

*“... el primer aspecto para tener en cuenta son las propiedades fisicoquímicas de los residuos orgánicos que se originan en la plaza de mercados, adicionalmente la cantidad de materia orgánica que se piensa procesar y nivel de agua se va a utilizar en el proceso ...”*

En base a lo mencionado anteriormente, se entiende que las propiedades físicas de los residuos compactados incluyen el peso específico, el contenido de humedad y la porosidad, entre otros factores. Por otro lado, las propiedades químicas incluyen el contenido energético, el nivel de carbono, oxígeno, nitrógeno, fósforo y otros elementos relevantes.

Es importante destacar que, además de estas propiedades, la viabilidad ambiental es un factor crucial que debe ser considerado en la valorización de residuos orgánicos. En particular, se debe prestar atención al residuo que se genera en el proceso de generación de biogás, tal como menciona el doctor.

*“... ambientalmente se debe tener en cuenta que se va a hacer con el uso del metano, bien sea en combustión de calderas de vapor, generadores eléctricos, termotanques, etc., ya que al final del proceso se genera un lodo sobrante o lixiviado el cual puede ser utilizado como fertilizante. ...”*

En línea con lo anterior, los residuos orgánicos son una fuente importante de materia prima para la generación de biogás y otros productos valiosos. Es importante entender las propiedades físicas y químicas de estos residuos para asegurar que se manejen adecuadamente y se maximice su potencial de valorización, es por eso que es importante asegurarse que se manejen de forma adecuada estos residuos y así poder maximizar su potencial. Para esto, se evidencia el proceso que se le da a los diferentes residuos generados en la plaza de mercados (ver figura 2)

## **Figura 2.**

*Imágenes proceso de recolección residuos orgánicos Corabastos*



*Nota: Fuente de elaboración propia.*

## 9. Resultados Investigativos

### *Introducción.*

La Plaza de Mercados de Corabastos de Bogotá es uno de los centros de comercio de alimentos más grandes de Colombia y la región andina. Cada día se manejan grandes cantidades de residuos orgánicos que pueden tener un impacto significativo en el medio ambiente si no se gestionan adecuadamente. La gestión adecuada de los residuos orgánicos puede ayudar a reducir la cantidad de residuos que se envían a los vertederos y, al mismo tiempo, puede producir una fuente valiosa de energía renovable. Este documento presenta un plan de gestión de residuos orgánicos en la plaza de mercados de Corabastos que incluirá la implementación de un sistema de separación adecuado, la identificación de los residuos orgánicos, la recolección y transporte, con el objetivo de implementar un proceso de digestión anaerobia para producir biogás.

### *9.1 Separación de residuos orgánicos en la Plaza de Mercados de Corabastos de Bogotá.*

El primer paso es identificar los residuos orgánicos generados en la Plaza de Mercados de Corabastos de Bogotá; la separación adecuada de los residuos orgánicos es esencial para su gestión adecuada así que se propone implementar un sistema de separación en la fuente que involucre la identificación de los residuos orgánicos, su separación y su recogida por separado. Los residuos orgánicos se pueden separar en tres categorías principales: frutas y verduras, residuos de alimentos y residuos de jardín. Para facilitar la separación, se deben establecer puntos de recolección de residuos orgánicos en la plaza de mercados, y se deben proporcionar recipientes adecuados para la separación de residuos orgánicos de otros tipos de residuos. Los contenedores para los residuos orgánicos deben tener tapas herméticas para evitar la acumulación de malos olores y evitar la proliferación de vectores de enfermedades. Así mismo los comerciantes y trabajadores de la plaza deben estar capacitados para separar los residuos orgánicos adecuadamente y del mismo modo, se debe proporcionar un sistema de recolección diferenciado para cada tipo de residuo, y se deben sensibilizar a los comerciantes y visitantes de

la plaza de mercados sobre la importancia de la separación adecuada de los residuos orgánicos.

### *9.2 Recolección y transporte de los residuos orgánicos.*

Para el sistema de recolección y transporte en donde se garantice el manejo adecuado de los residuos orgánicos se plantea lo siguiente:

- a. Educación y capacitación: Lo primero que se debe hacer es educar y capacitar, con charlas pedagógicas y muy claras , a los residentes sobre la importancia de separar los residuos orgánicos en la fuente. Se debe explicar cómo se procesarán estos residuos y los beneficios que se obtienen al separarlos.
- b. Contenedores de recolección: Se deben proporcionar contenedores de recolección para los residuos orgánicos. Estos contenedores deben ser de color verde y tener una tapa para mantener los residuos seguros y reducir los malos olores.
- c. Recolección: La recolección de los residuos orgánicos debe ser realizada por un camión recolector especializado, que se encargue de recoger únicamente los residuos orgánicos y las rutas de transporte deben ser establecidas de manera que se minimice la exposición de los residuos orgánicos y se reduzca el impacto ambiental. Además, se deben establecer puntos de entrega autorizados para la disposición final de los residuos.
- d. Establecimiento de horarios de recolección: deben ser establecidos de manera que se minimice el tiempo de exposición de los residuos en la plaza, reduciendo así la posibilidad de generación de malos olores y la proliferación de insectos y roedores.

Una vez separados, los residuos orgánicos pueden ser manejados adecuadamente para su posterior tratamiento. El compostaje es una opción para la gestión de residuos orgánicos, pero en este caso se propone la implementación de un proceso de digestión anaerobia para producir biogás. La digestión anaerobia es un proceso

biológico que descompone los residuos orgánicos en ausencia de oxígeno, produciendo biogás y un residuo líquido llamado digestato.

### *9.3 Implementación de un proceso de digestión anaerobia.*

Para implementar un proceso de digestión anaerobia en la Plaza de Mercados de Corabastos de Bogotá, teniendo en cuenta el proceso de transporte adecuado, se puede construir una planta de biogás en el sitio para procesar los residuos. La planta de biogás se puede diseñar para procesar una cantidad adecuada de residuos orgánicos y producir biogás que se puede utilizar para generar energía eléctrica y térmica. La energía generada a partir del biogás puede ser utilizada para la producción de electricidad o calor, y el fertilizante producido puede ser utilizado como abono para cultivos. Dicho esto, se debe tener en cuenta los siguientes factores:

- a. Relación carbono/nitrógeno: La relación carbono/nitrógeno es un factor crítico para el proceso de digestión anaerobia. La relación óptima puede variar dependiendo de los residuos orgánicos que se estén procesando, pero generalmente se considera que una relación carbono/nitrógeno de entre 20:1 y 30:1 es adecuada.
- b. Temperatura: La temperatura es un factor crítico para el funcionamiento del proceso de digestión anaerobia. Esta temperatura puede variar según el tipo de reactor, pero en general se encuentra entre los 35 y 55 grados Celsius.
- c. Control de pH: El pH es otro factor importante que debe ser monitoreado y controlado. El rango óptimo de pH para el proceso de digestión anaerobia se encuentra entre 6,5 y 8,5.
- d. Selección de microorganismos adecuados: Los microorganismos anaerobios se clasifican en dos grupos: los acidogénicos y los metanogénicos. Los acidogénicos son responsables de la hidrólisis y fermentación de la materia orgánica, produciendo ácidos orgánicos, hidrógeno y dióxido de carbono. Los metanogénicos son responsables de la producción de metano a partir de los productos de fermentación producidos por los acidogénicos.

- e. Sistema de recolección de biogás: La digestión anaerobia produce biogás, que puede ser utilizado como combustible. Por lo tanto, se debe contar con un sistema de recolección y almacenamiento de biogás, que permita su uso posterior para generar energía eléctrica o térmica.

Este sistema consta de tuberías y válvulas que recogen el biogás producido en el reactor de digestión anaerobia y lo transportan hacia el sistema de almacenamiento. Es importante que las tuberías y válvulas estén diseñadas para soportar la corrosión y la abrasión causadas por el biogás. También cuenta con un depurador que es un dispositivo que elimina el dióxido de carbono, el vapor de agua y otros contaminantes del biogás antes de su almacenamiento o uso, esto se hace para aumentar la calidad y el poder calorífico del biogás.

Para utilizar el biogás como fuente de energía, es necesario convertirlo en electricidad o calor y para la generación de electricidad, se puede utilizar un generador de gas o una turbina de gas que convierte el biogás en electricidad, del mismo modo para la generación de calor, se puede utilizar un intercambiador de calor que transfiere el calor del biogás a un fluido de transferencia de calor. La energía eléctrica o térmica generada se distribuye a los usuarios a través de un sistema de distribución de energía eléctrica o de fluidos de transferencia de calor.

Dicho lo anterior, y teniendo en cuenta que la cantidad de biogás que se puede producir a partir de 127 toneladas de residuos orgánicos al día (que son los residuos que genera la plaza de mercado Corabastos) depende de varios factores, como el contenido de materia orgánica de los residuos, la composición de estos, etc.

Como referencia, se puede estimar que, en promedio, se puede obtener alrededor de 300 metros cúbicos ( $m^3$ ) de biogás por tonelada de residuos orgánicos en condiciones óptimas de operación del reactor de digestión anaerobia. Por lo tanto, la producción diaria de biogás a partir de 127 toneladas de residuos orgánicos podría ser de aproximadamente 38,100  $m^3$  de biogás al día.

Es importante tener en cuenta que esta es solo una estimación aproximada y que la cantidad real de biogás producido puede variar significativamente según las condiciones específicas del proceso.

#### *9.4 Implementación del digestato*

Ahora bien, dicho en párrafos anteriores, en el proceso de digestión anaerobia se finaliza con dos resultados, el biogás del cual ya se ha hablado y el digestato que es un residuo generado por dicho proceso y puede tener diferentes usos, algunos de ellos son:

- a. Fertilizante orgánico: El digestato es rico en nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, lo que lo convierte en un excelente fertilizante orgánico. Este residuo puede ser utilizado como enmienda orgánica del suelo en agricultura y jardinería.
- b. Sustrato para producción de biogás: El digestato también puede ser utilizado como sustrato para la producción de biogás en un proceso de digestión anaerobia, lo que permite obtener un mayor rendimiento energético.
- c. Compostaje: El digestato también puede ser compostado, lo que permite la obtención de un abono orgánico de alta calidad que se puede utilizar en la agricultura y jardinería.
- d. Tratamiento de aguas residuales: El digestato puede ser utilizado como coagulante en el tratamiento de aguas residuales, lo que permite la eliminación de contaminantes y la clarificación del agua.
- e. Alimentación animal: En algunos casos, el digestato puede ser utilizado como alimento para animales, ya que contiene nutrientes y proteínas que pueden ser aprovechados por los animales.

## **10. Conclusiones**

El objetivo de este proyecto fue es Diseñar una estrategia de gestión para el uso adecuado de los residuos orgánicos producidos en la plaza de mercado de Corabastos – Bogotá que incluya la valorización de estos residuos a través de la digestión anaerobia. Se encontró que la producción de residuos orgánicos en la

plaza de mercado de Corabastos reveló una alta generación de desechos que afectan significativamente el medio ambiente y la salud pública. El 72% de los residuos son orgánicos y su disposición final inadecuada genera malos olores, contaminación del suelo y del aire, y la proliferación de insectos y roedores. Por lo tanto, es imprescindible implementar medidas que permitan reducir y gestionar adecuadamente estos residuos para minimizar su impacto ambiental y social.

Así mismo, el proceso de digestión anaerobia de los residuos orgánicos producidos en Corabastos es una opción viable y sostenible para la gestión de estos desechos. La tecnología de digestión anaerobia permite transformar los residuos orgánicos en biogás y fertilizante, lo que reduce significativamente el volumen de residuos generados, disminuye la emisión de gases de efecto invernadero y contribuye a la producción de energía renovable. Sin embargo, para su implementación es necesario evaluar aspectos técnicos y ambientales, como la disponibilidad de materiales, la calidad del biogás producido y la gestión adecuada de los subproductos generados.

Tenido en cuenta la gran producción de materia orgánica producida en Corabastos. Existe un gran potencial para la producción de Biogás a través de la digestión anaerobia. Sin embargo, es necesario realizar un análisis más profundo de aspectos económicos y sociales, así como de la implicación de los diferentes actores en el proceso de gestión de los residuos, para garantizar la viabilidad y sostenibilidad del proyecto. Además, se deben desarrollar políticas y estrategias que fomenten la participación activa de la comunidad en la gestión de los residuos, promoviendo una cultura de reducción, reutilización y reciclaje.

En conclusión, el diseño de una estrategia de gestión para el uso adecuado de los residuos orgánicos producidos en la plaza de mercado de Corabastos es fundamental para lograr una gestión sostenible y eficiente de estos residuos. La valorización de estos residuos a través de la digestión anaerobia se presenta como una solución viable para su aprovechamiento y reducción de su impacto ambiental. Es necesario contar con un enfoque integral que incluya el diagnóstico de la

producción de residuos, la evaluación de las consideraciones técnico-ambientales del proceso de digestión anaerobia, el estudio de las variables que definen la viabilidad técnica y ambiental para la valorización de los residuos orgánicos y, finalmente, la implementación de una estrategia de gestión que contemple la educación y capacitación de los actores involucrados en la producción y manejo de los residuos. La implementación exitosa de una estrategia de este tipo puede tener un impacto positivo en el medio ambiente y en la economía local de la ciudad de Bogotá.

## **11.Recomendaciones**

Crear una campaña de concientización y educación: Para lograr una gestión adecuada de los residuos orgánicos, es importante que se eduque a los vendedores, compradores y trabajadores de la plaza de mercado sobre la importancia de separar adecuadamente los residuos y los beneficios ambientales que puede tener el proceso de digestión anaerobia. De esta manera, se puede lograr una mayor disposición y colaboración por parte de la comunidad en la separación y gestión de los residuos.

Establecer un sistema de monitoreo y evaluación: Es fundamental establecer un sistema de monitoreo y evaluación para la estrategia de gestión de residuos orgánicos en la plaza de mercado. Este sistema permitirá evaluar la efectividad de las acciones implementadas, identificar posibles fallos en el proceso y hacer ajustes para mejorar continuamente la gestión de los residuos. Además, se pueden establecer metas y objetivos a largo plazo para medir el progreso y la efectividad de la estrategia de gestión de residuos orgánicos.

## **Bibliografía**

Ambiente, S. d. (2009). Plan de Gestión Ambiental - PGA 2008-2038. Bogotá, Bogotá, Colombia.  
Obtenido de <https://www.ambientebogota.gov.co/plan-de-gestion-ambiental-pga#:~:text=El%20Plan%20de%20Gesti%C3%B3n%20Ambiental,por%20la%20sostenibilidad%20en%20el>

- Bogotá, A. M. (2011). POT Corabastos Reglamentación. Bogota, Bogotá, Colombia. Obtenido de [https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/upz\\_no\\_80\\_corabastos.pdf](https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/upz_no_80_corabastos.pdf)
- Colombia, R. d. (2016). POLÍTICA NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS. Bogotá, Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3874.pdf>
- CORABASTOS. (2022). CORABASTOS. Obtenido de CORABASTOS: <https://corabastos.com.co/inicio/nosotros/#:~:text=La%20Corporaci%C3%B3n%20de%20Abastos%20de,47.92%25%20del%20total%20de%20las>
- Guavita, C. A. (2017). Corabastos: La adecuada disposición de los residuos orgánicos, un reto mediado por el diseño grafico. Bogotá, Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/250159652.pdf>
- Ingeniera, I. y. (2018). MARCO NORMATIVO: EMPRESAS GENERADORAS DE RESIDUOS ORGÁNICOS. Bogota, Bogota, Colombia. Obtenido de <https://iiaingenieria.com/marco-normativo-empresas-generadoras-de-residuos-organicos/>
- Pinilla, C., & Lopez, L. (2022). Seminari de Investigación I. Bogotá, Bogotá D.C., Colombia. Obtenido de <https://areandina.instructure.com/courses/28980>
- Pinilla, C., & Lopez, L. (19 de Febrero de 2023). Seminario de Investigación II Eje 1. Bogotá, Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://areandina.instructure.com/courses/35773>
- RAMÍREZ, K. J., & PORTILLA, Y. A. (2019). APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN LA PLAZA DE MERCADO DE CORABASTOS PARA LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS DE VALOR AGREGADO: CONTEXTO ACTUAL, PERSPECTIVA Y POSIBLES SOLUCIONES. Bogotá, Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/6708/Trabajo%20De%20Grado%2C%20Biblioteca%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramirez, N. A. (2020). *Universidad Distrital*. Obtenido de Universidad Distrital: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/26030/SotoRamirezNicolAlejandra2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reyes, A. E. (Julio de 2017). Generación de biogás mediante el proceso de digestión anaerobia, a partir del aprovechamiento de sustratos orgánicos. Managua, Managua, Nicaragua. Obtenido de file:///C:/Users/linag/Downloads/5248.pdf
- Roberto Hernandez, S., Carlos Fernandez, C., & Pilar Baptista, L. (2010). *Metodología de la Investigación* (Vol. 5). Mexico: Mc Graw Hill. Obtenido de file:///C:/Users/linag/Downloads/Metodolog%C3%ADa\_Cuantitativa\_5taEdicion.pdf
- Rojas, J. D., & Peñaloza, S. C. (2019). Educación ambiental en Colombia: Hacia un óptimo desarrollo sostenible. Bogota, Bogota, Colombia. Obtenido de <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/88/88741012/html/#:~:text=La%20Educaci%C3%B3n%20Ambiental%20busca%20procurar,pertenencia%20y%20compromiso%20para%20Otrabajar>

- SAC. (2018). *Sociedad de Agricultores de Colombia*. Obtenido de Sociedad de Agricultores de Colombia: <http://www.sac.org.co/>
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico, Mexico D.F.: Mc Graw Hill. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/<https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Siatoya, R. K., & Arce, P. Y. (2019). Aprovechamiento de los Residuos Generados en la Plaza de Mercado de Corabastos para la Elaboración de Productos de Valor Agregado: Contexto Actual, Perspectiva y Posibles Soluciones. Bogotá, Bogotá D.C., Colombia. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/<https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/6708/Trabajo%20De%20Grado%2C%20Biblioteca%20Fional.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Social, M. d. (2013). Resolución 2674 de 2013. Bogotá, Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-2674-de-2013.pdf>
- TIEMPO, E. (09 de Julio de 1996). Planes que Generan un Movimiento Ambiental. *EL TIEMPO*, pág. 1.
- UAESP. (2014). Guía Técnica para el Aprovechamiento de Residuos Organicos a Traves de la Metodología de Compostaje y Lombricultura. Bogotá, Bogotá, Colombia. Obtenido de [https://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP\\_SR.pdf](https://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf)
- UAESP, U. A. (Marzo de 2010). Programa Para La Gestión de los Residuos Organicos para la Ciudad de Bogotá. Bogotá, Bogotá D.C, Colombia. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/[https://www.uaesp.gov.co/uaesp\\_jo/images/documentos/programaorganicos.pdf](https://www.uaesp.gov.co/uaesp_jo/images/documentos/programaorganicos.pdf)
- Velasco, G. (28 de Septiembre de 2019). Transformemos Corabastos . *La Republica*, pág. 1.