

EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD DEL USO DE PACAS BIODIGESTORAS PARA LA
GESTIÓN SOSTENIBLE DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN LA PLAZA DE MERCADO
DE LA DORADA, CALDAS.

LEANDRO RODRIGUEZ CAMACHO
MARYI CATERINE SALDAÑA MORENO

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
SECCIONAL DEL ALTO MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EMPRESARIALES
PROGRAMA ADMINISTRACION AMBIENTAL
GIRARDOT, CUNDINAMARCA
2025

EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD DEL USO DE PACAS BIODIGESTORAS PARA LA
GESTIÓN SOSTENIBLE DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN LA PLAZA DE MERCADO
DE LA DORADA, CALDAS.

LEANDRO RODRIGUEZ CAMACHO

Leandro-rodriguez@upc.edu.co

MARYI CATERINE SALDAÑA MORENO

Maryi-saldana@upc.edu.co

Monografía presentada como opción de grado para optar el título de Administrador
Ambiental

Docente

ALEXANDER ROMERO BUITRAGO

Administrador ambiental

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
SECCIONAL DEL ALTO MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EMPRESARIALES
PROGRAMA ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL
GIRARDOT, CUNDINAMARCA
2025

Tabla de Contenido

TITULO.....	4
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
INTRODUCCIÓN	6
1. PROBLEMÁTICA.....	7
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	7
2. JUSTIFICACIÓN.....	8
3. OBJETIVOS.....	9
3.1 GENERAL	9
3.2 ESPECÍFICOS	9
4. MARCO REFERENCIAL	10
4.1 ANTECEDENTES	10
4.2 MARCO TEORICO.....	12
4.3 MARCO CONCEPTUAL	13
4.4 MARCO NORMATIVO.....	14
4.5 MARCO GEOGRÁFICO.....	14
4.6 MARCO DEMOGRÁFICO	16
5 DELIMITACIÓN.....	17
7. RECURSOS	19
7.1 HUMANOS	19
7.2 MATERIAL.....	19
8. DESARROLLO DE PROPUESTA.....	20
9. CONCLUSIONES	21
11. REFERENCIAS	23

TITULO

Evaluación de la viabilidad del uso de pacas biodigestoras para la gestión sostenible de residuos orgánicos en la plaza de mercado de La Dorada, Caldas.

RESUMEN

La paca biodigestora es una tecnología innovadora para la gestión de los residuos orgánicos desarrollada por el tecnólogo forestal Guillermo Silva en el año 1977. Este sistema ecológico permite convertir los residuos orgánicos y de jardín en abono natural para las plantas sin generar malos olores ni traer plagas gracias a un proceso de compostaje anaeróbico que evita la descomposición con oxígeno.

Por otra parte, el objetivo para evaluar la viabilidad del uso de pacas biodigestoras como alternativa sostenible para la gestión de residuos orgánicos generados en este municipio. La Dorada, con una población aproximada de 75.448 habitantes y una actividad económica basada en el comercio, la agroindustria y el sector pecuario, produce diariamente una cantidad significativa de residuos orgánicos provenientes de hogares, plazas de mercado y restaurantes, gran parte de los cuales no reciben un tratamiento adecuado, siendo dispuestos en el relleno sanitario La Doradita, generando impactos ambientales negativos.

Este proyecto lleva como base una estructura de cinco capítulos: introducción, marco teórico, metodología, resultados, discusión y conclusiones. Se plantea una intervención piloto mediante la instalación de cuatro pacas biodigestoras en zonas verdes del casco urbano de La Dorada. Tres de ellas fueron monitoreadas durante seis meses, evaluando parámetros fisicoquímicos (temperatura, humedad, pH y altura), mientras que en la cuarta se desarrolló un experimento de huerta urbana. La calidad del abono producido fue analizada mediante pruebas fisicoquímicas, microbiológicas y fitotóxicas, y complementada con análisis cualitativos de cromatografía en papel circular.

Los resultados evidencian que cada paca puede procesar entre 500 y 600 kg de residuos, generando abono orgánico de alta calidad, apto para mejorar las propiedades del suelo y promover la seguridad alimentaria local. La investigación concluye que las pacas biodigestoras son una alternativa viable, replicable y de bajo costo para el manejo integral de residuos en contextos urbanos como La Dorada.

Palabras clave: residuos orgánicos, pacas biodigestoras, compostaje, gestión ambiental, abono orgánico, tratamiento ecológico, biotecnología, suelo, anaeróbico.

ABSTRACT

The biodigester bale is an innovative technology for organic waste management developed by forestry technologist Guillermo Silva in 1977. This ecological system converts organic and garden waste into natural fertilizer for plants without generating unpleasant odors or attracting pests, thanks to an anaerobic composting process that prevents decomposition with oxygen

Furthermore, the objective is to evaluate the viability of using biodigester bales as a sustainable alternative for the management of organic waste generated in this municipality. La Dorada, with a population of approximately 75,448 inhabitants and an economy based on commerce, agribusiness, and livestock, produces a significant amount of organic waste every day from homes, marketplaces, and restaurants, much of which is not properly treated and is disposed of in the La Doradita landfill, generating negative environmental impacts.

This project is based on a five-chapter structure: introduction, theoretical framework, methodology, results, discussion, and conclusions. A pilot intervention is proposed through the instalación of four biodigester bales in green areas of the urban center of La Dorada. Three of them were monitored for six months, evaluating physicochemical parameters (temperature, humidity, pH, and height), while the fourth was used to develop an urban garden experiment. The quality of the compost produced was analyzed using physicochemical, microbiological, and phytotoxic tests, supplemented with qualitative circular paper chromatography analyses.

The results show that each bale can process between 500 and 600 kg of waste, generating high-quality organic fertilizer that is suitable for improving soil properties and promoting local food security. The research concludes that biodigester bales are a viable, replicable, and low-cost alternative for comprehensive waste management in urban contexts such as La Dorada.

INTRODUCCIÓN

La gestión inadecuada de los residuos orgánicos constituye uno de los principales retos ambientales y de salud pública en los municipios con alta densidad poblacional y actividad comercial, como es el caso de La Dorada, Caldas. En este contexto, la acumulación diaria de grandes volúmenes de residuos orgánicos provenientes de hogares, plazas de mercado y establecimientos gastronómicos, sin un tratamiento adecuado, ha intensificado la contaminación del entorno, especialmente en sectores como la plaza de mercado y las zonas aledañas al relleno sanitario La Doradita.

A partir de esta problemática ambiental, surge la necesidad de explorar tecnologías alternativas, sostenibles y de bajo costo, que permitan transformar dichos residuos en recursos útiles para la comunidad. En este sentido, la paca biodigestora una técnica de compostaje anaeróbico desarrollada por el tecnólogo forestal Guillermo Silva en 1977 representa una solución innovadora que permite el aprovechamiento de residuos orgánicos sin generar malos olores ni atraer vectores, mediante un proceso ecológico que produce abono natural de alta calidad.

Este trabajo tiene como objetivo general evaluar la viabilidad de implementar pacas biodigestoras como alternativa sostenible para la reducción y aprovechamiento de residuos orgánicos en el municipio de La Dorada. Se propone, a su vez, evaluar el comportamiento técnico de esta tecnología, su capacidad para reducir los residuos destinados al relleno sanitario y su impacto en la mejora del suelo urbano a través del abono generado.

El alcance de esta investigación está delimitado a la instalación de cuatro pacas biodigestoras en zonas verdes del casco urbano de La Dorada, tres de las cuales fueron monitoreadas durante seis meses y una utilizada como base para una huerta urbana experimental. Los parámetros fisicoquímicos (temperatura, pH, humedad, altura) del proceso y la calidad del abono producido fueron evaluados mediante análisis de laboratorio y pruebas de cromatografía cualitativa.

La metodología empleada en esta investigación es de tipo experimental, con un enfoque cuantitativo y cualitativo, que combina análisis fisicoquímicos, microbiológicos y observaciones directas del comportamiento del sistema biodigestor en condiciones reales de operación.

1. PROBLEMÁTICA

La creciente producción de residuos orgánicos generados en el municipio de la dorada caldas específicamente en la plaza de mercado está generando una problemática ambiental y de salud pública.

Esto radica en la inadecuada gestión de los residuos orgánicos generados en el municipio de La Dorada, los cuales, en su mayoría, son dispuestos en el relleno sanitario La Doradita sin recibir un tratamiento adecuado. Esta situación genera impactos ambientales negativos, como la contaminación del suelo y el aire, además de desperdiciar un recurso valioso para la producción de abono. La falta de alternativas sostenibles para el manejo de estos residuos resalta la necesidad de implementar soluciones innovadoras. Por consiguiente, se plantea evaluar la viabilidad de las pacas biodigestoras como una opción ecológica y de bajo costo.

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿La efectividad del sistema de uso de pacas biodigestoras, es viable como alternativa para la reducción de los residuos orgánicos generados por la plaza de mercado del municipio de la Dorada, Caldas, ¿con principios de sostenibilidad social, económico y ambiental?

2. JUSTIFICACIÓN

La gestión de residuos orgánicos representa un desafío ambiental y económico significativo a nivel local en el municipio de la dorada caldas ya que su acumulación en vertederos genera emisiones de gases de efecto invernadero y representa una pérdida de recursos valiosos.

Identificando problemáticas ambientales, sociales y sanitarias que exigen soluciones sostenibles, innovadoras y de bajo costo. En este contexto, desarrollar e implementar tecnologías como las pacas biodigestoras resulta no solo conveniente, sino urgente, para transformar un problema ambiental en una oportunidad para el aprovechamiento de recursos, el fortalecimiento de la economía circular local y la mejora de las condiciones de vida de la población.

Esta investigación se justifica en tanto propone una alternativa viable para la gestión ecológica de residuos orgánicos mediante un proceso de compostaje anaeróbico, que no requiere tecnología industrial costosa ni una infraestructura compleja. El estudio aporta conocimiento nuevo al evaluar la eficiencia técnica y ambiental de esta tecnología en un contexto urbano específico, bajo condiciones reales de operación, con una propuesta metodológica replicable en otras regiones con características similares.

3. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

Evaluar la viabilidad técnica social y ambiental de un sistema de pacas biodigestoras como estrategia sostenible para la reducción de residuos orgánicos en la plaza de mercado del municipio de La Dorada, Caldas con el fin de validar su efectividad en el marco de su Plan de gestión integral de residuos sólidos -PGIRS.

3.2 ESPECÍFICOS

1. Caracterizar física, química y composicionalmente los residuos orgánicos generados en la plaza de mercado de La Dorada, Caldas, con el propósito de identificar su potencial de aprovechamiento para un sistema de pacas biodigestoras.
2. Evaluar la implementación de la tecnología de pacas biodigestoras como alternativa de aprovechamiento de residuos orgánicos en la plaza de mercado de La Dorada, con el fin de medir su eficiencia técnica, impacto ambiental y aceptación social en la gestión integral de residuos.
3. Validar la viabilidad técnica, social, económica y ambiental del sistema de las pacas biodigestoras como estrategia sostenible para el manejo integral de los residuos orgánicos en la plaza de mercado de la Dorada, Caldas.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 ANTECEDENTES

-INTERNACIONAL:

Se realizó una búsqueda y se encontró un trabajo llamado: “experiencia didáctica con las pacas biodigestoras en entornos educativos del estado de México” presentado por un profesor investigador de México llamado Ramón rivera espinosa de la universidad autónoma Chapingo y una ingeniera ambiental llamada Laura catalina Ossa de la universidad de Antioquia que a su vez son los autores de este archivo.

El profesor en mención, Ramón Espinosa, viajó hasta Colombia, más exactamente Medellín en donde se encuentra la sede principal de la universidad de Antioquia, allí actuó juntamente con Laura catalina Ossa quien es una de las personas encargadas de promover el uso de las pacas biodigestoras. Ella le enseñó el proceso por el cual se hacen las pacas biodigestoras al profesor Raúl quien después de su visita en nuestro país, reflexionó sobre los actores sociales y la responsabilidad de participar en alternativas que mitiguen los problemas ambientales (Raúl, 2017) llevando la aplicación de este método hasta las escuelas y universidades de su país para así mismo sensibilizar a las personas sobre el uso que le pueden dar a sus residuos orgánicos y tratando de mitigar el impacto ambiental que estos mismos generan.

Se concluye que, como potencial para la investigación, es increíble ver como las pacas se vuelven un laboratorio o un aula abierta para los maestros y estudiantes, en ellas es posible aprender sobre biología, química, física y matemáticas, debido a que es posible interpretar y cuestionar sobre los procesos que se cumplen en las diferentes etapas de tiempo (Raúl, 2017).

El trabajo en mención sirve para ver la interpretación que le dan otros países a las buenas ideas que se generan con respecto a la reutilización de residuos orgánicos, ver la aceptación del proyecto que se lleva en marcha, además de tener en cuenta la viabilidad de este se realizó una búsqueda y se encontró un trabajo titulado “orientación de filosofía de la ciencia”, su autor: Ramón rivera espinosa, presentado a: servicios académicos intercontinentales para eumed.net de Málaga, España. Universidad autónoma de Chapingo.

Anota que es preciso plantear la relación de hibridez entre los saberes ancestrales y el conocer científico, donde acopiemos del saber tradicional con las posibilidades que plantea la tecnociencia moderna, sin dejar de lado la lógica del re-uso de los bienes; artefactos utilizados en la cotidianidad que precisan ser producidos en sustentabilidad; que es compatibilidad en el uso e interactuar con natura.

-NACIONALES:

Se realizó una búsqueda y se encontró un trabajo titulado “descomposición de residuos orgánicos en pacas: aspectos fisicoquímicos, biológicos, ambientales y sanitarios”. Con sus respectivos autores: Jeyme Liset Ardila Delgado, Jonathan Cano Córdoba, Guillermo Silva Pérez y Yolanda López Arango. Presentado a: Facultad Nacional de Salud Pública, Universidad de Antioquia.

Trata de saber y tener en cuenta que los residuos sólidos orgánicos se caracterizan por poseer elementos o sustancias biodegradables que han motivado la búsqueda de tecnologías más eficientes para su descomposición y así mismo analizar aspectos físicos, químicos, biológicos, ambientales, sanitarios de la descomposición de residuos orgánicos con pacas biodigestoras.

Con este artículo se concluyó que la técnica de pacas actúa como un proceso netamente biológico aeróbico que favorece las interacciones entre microorganismos y artrópodos con la materia orgánica para la degradación de los residuos orgánicos que termina en la producción de compost, a través de un manejo limpio y sano de los residuos, sin consecuencias relacionadas con la presencia de riesgos para la salud, documentados en otras técnicas usadas en la degradación de residuos orgánicos.

Este artículo sirve para guiarse de una manera netamente efectiva sobre cómo hacer un buen proceso técnicamente y evaluativo con resultados finales para enterarse de los errores cometidos durante el proceso o bien sea un proceso perfectamente efectuado ya que se basa en hacer análisis matemáticos, físicos, biológicos, químicos y ambientales en cuanto la aceptación del proyecto de pacas digestoras dando así un método efectivo sobre la reutilización de los materiales orgánicos, lo que quiere decir que en relación con el proyecto que se está haciendo se tiene como finalidad llegar a la misma conclusión con el mismo procedimiento.

4.2 MARCO TEORICO

El método de la Paca Biodigestora o Paca Digestora Silva, tienen un iniciador e impulsor, el tecnólogo forestal Guillermo Silva, egresado de la Universidad Nacional de Colombia. Silva, quien ha socializado y entendido de manera empírica este proceso, ha logrado darle a la sociedad una alternativa para responsabilizarse de los residuos orgánicos que genera, a la vez que participan en la construcción de ambientes saludables y sostenibles; del mismo modo ha posibilitado la inclusión. Hemos iniciado la reflexión y la acción en relación con la educación y participación comunitaria y búsqueda de alternativas sustentables para el desarrollo endógeno a través de seminarios y publicaciones que puedan servir para difundir. textual educación, textual de la academia a través de la investigación, permitiendo vincular los conocimientos científicos y teóricos dentro del planteamiento de las pacas para conocer su desarrollo y evolución (Ossa, 2016a).

Las pacas biodigestoras permiten hacer una gestión ecológica de los residuos orgánicos, a la vez que se reciclan los nutrientes, de manera que reducen en gran medida la generación de impactos negativos en el ambiente (Ossa, 2016). Se trata de las pacas biodigestoras, una técnica de procesamiento de residuos orgánicos que, en lugar de pudrir los residuos, los fermenta. Esto se logra gracias a la ausencia de oxígeno, el cual es el principal causante de la pudrición de los residuos orgánicos, y que en consecuencia genera olores y atrae vectores (como las moscas, por ejemplo) (Guillermo Silva, 2016).

Las definiciones dichas anteriormente sirven para aclarar los conceptos que ya se tienen sobre la paca digestora, permiten de una manera más explícita saber quién fue el creador de este método para el aprovechamiento de residuos domiciliarios como los restos generados en los hogares, de esta misma manera se obtendrá un beneficio con el aprovechamiento de estos residuos que a largo plazo. Este método además de dar una solución ayuda a sensibilizar a las personas de una manera divertida (a la hora de armar las pacas) como reutilizar sus desechos enseñándole así planteamientos físicos teórico-prácticos de la manera en la que estas pacas ayudan a la reducción de generación de residuos y es amigable con el ambiente.

4.3 MARCO CONCEPTUAL

Es un sistema de tecnología de bajo costo, donde los desechos que provienen de la plaza de mercado representan una gran carga orgánica que llega a los rellenos sanitarios y lo que hace las pacas biodigestoras es implementar una tecnología alternativa para el aprovechamiento de estos residuos bajo principios de sostenibilidad social, económica y ambiental. Las pacas biodigestoras trabajan bajo un compostaje anaeróbico controlado, que permite la descomposición natural de la materia sin generar emisiones contaminantes ni proliferación de vectores lo que ayuda a la recuperación de suelos.

Por lo tanto, este proceso se relaciona con la economía circular, en la medida que se incorpore nutrientes al ciclo productivo y reduce la presión sobre los ecosistemas derivados de la disposición final inadecuada de residuos. En el entorno social, este sistema promueve la participación ciudadana, debido a que se requiere una colaboración con la población como los comerciantes, entidades públicas; como la separación de residuos y disposición adecuada de estos residuos, dado que esto se convierte en una estrategia de educación ambiental y soluciones sostenibles.

En cuanto a la viabilidad económica, representan una solución de bajo costo en comparación a otras tecnologías en tratamiento de residuos. La implementación en la plaza de mercado de La Dorada, no solo disminuye los costos asociados a la disposición de relleno de sanitario al producir abono orgánico que se puede son aprovechables en la agricultura rural y urbana, fortaleciendo las economías locales. El uso de las pacas biodigestoras en el municipio se enmarca la política nacional de gestión integral de residuos sólidos (PNGIRS), los principios de desarrollo sostenible y los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), principalmente el ODS 11(Ciudades y comunidades sostenibles), el ODS 12 (producción y consumo responsable) y el ODS 13 (acción por el clima).

Por lo tanto, el concepto de pacas biodigestoras no solo debe entenderse como una técnica de compostaje, sino como una estrategia integral de sostenibilidad, que articula la dimensión ambiental, social y económica, que puede demostrar su efectividad como alternativa viable para la reducción de residuos orgánicos en la plaza de mercado de La Dorada.

4.4 MARCO NORMATIVO

Se establecen unas leyes principales para la realización de este sistema, en materia específica de residuos sólidos La Ley 142 de 1994 regula los servicios públicos domiciliarios, entre ellos el aseo, que comprende la recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final de estos residuos; de igual manera el aprovechamiento de estos residuos se encuentra regulado por un conjunto de normas de la Constitución política de Colombia de 1991 en el Art 79, donde reconoce el derecho a todas las personas a gozar de un ambiente sano y el deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente.

En el contexto de la valorización de residuos orgánicos, la Resolución 2184 de 2019 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establece el nuevo código de colores para la separación en la fuente, fomentando la clasificación de los residuos aprovechables y orgánicos, lo que facilita la implementación de tecnologías como las pacas biodigestoras y el compostaje. De igual forma, el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) se basa en el Decreto Ley 2811 y de 1974 (código nacional de recursos naturales renovables y de protección del medio ambiente) y la ley de 9 de 1979 (código sanitario Nacional), promueve el aprovechamiento de la fracción orgánica, la economía circular y la minimización de residuos destinados a rellenos sanitarios; también respalda la implementación de sistemas de pacas biodigestoras como estrategia de residuos orgánicos, al fomentar la reducción de aprovechamiento local y la educación ambiental, contribuyendo al cumplimiento de los objetivos nacionales de sostenibilidad y al fortalecimiento de la economía circular en el municipio de La Dorada.

4.5 MARCO GEOGRÁFICO

La Dorada, Caldas ubicado en el oriente del departamento de Caldas, sobre la margen izquierda del río Magdalena, a una altitud aproximada de 176 metros sobre el nivel del mar. El municipio limita al norte con Puerto Salgar Cundinamarca y al sur con Norcasia, Caldas, al oriente con el río Magdalena y al occidente con el municipio de Victoria. Su posición estratégica en el valle del Magdalena Medio lo convierte en un punto de conexión vial, fluvial y comercial de gran importancia regional.

La plaza de mercado se encuentra ubicado en la zona urbana y constituye uno de los principales abastecimientos de alimentos frescos de la región. El clima de La Dorada es cálido húmedo tropical, con temperaturas promedio entre 27 y 32 °C, alta humedad relativa y precipitaciones abundantes durante gran parte del año, condiciones que favorecen la descomposición natural de la materia orgánica y, por tanto, la implementación de tecnologías como las pacas biodigestoras. El municipio se encuentra influenciado por importantes fuentes del río Magdalena, el río La Miel, el río Guarino y el río Pontoná, además de varios humedales y quebradas menores que cumplen funciones ecológicas esenciales en esta región.

Este espacio genera una cantidad significativa de residuos orgánicos biodegradables, principalmente restos de frutas, verduras y productos agrícolas, lo que representa una oportunidad para implementar sistemas de gestión ambiental sostenibles. En su entorno inmediato se evidencian condiciones propicias para la implementación de este sistema, ya que existen áreas disponibles cercanas y comunidades potencialmente vinculables a procesos de separación y aprovechamiento de residuos.



X: 5° 27' 38.09" N
Y: 74° 39' 51.58" O
Altitud: 170 msnm

4.6 MARCO DEMOGRÁFICO

El municipio de La Dorada, cuenta con una población aproximada de 72.000 habitantes según proyecciones del DANE (2024). Su estructura poblacional se caracteriza por una alta concentración en el área urbana, donde reside cerca del 85 % de sus habitantes, mientras que el restante 15 % se distribuye en la zona rural, dedicada principalmente a actividades agropecuarias y ganadera; sin embargo, enfrenta desafíos de empleo y educación ambiental generando impactos que influyen directamente a la gestión de residuos sólidos.

La plaza de mercado (Central de Abastos de La Dorada), escenario de este estudio, donde la mayor población que asisten diariamente son los comerciantes, compradores y visitantes, generando un flujo constante de residuos orgánicos derivados de la venta y manipulación de alimentos. Se estima que el 60 % de los residuos producidos en este espacio corresponden a materia orgánica biodegradable, principalmente restos de frutas, verduras y productos agrícolas, lo que representa un potencial significativo para el aprovechamiento mediante pacas biodigestoras.

A continuación, es un previo estudio de la población que trabaja en la Central de Abastos de La Dorada:

ID	SEXO	EDAD-GRUPO	NIVEL EDUCATIVO	OCUPACIÓN	INGRESOS MENSUALES
1	Hombre	55-64	Profesional	Vendedor mayorista	1-2 SMMLV
2	Mujer	55-64	Primaria completa	Vendedor mayorista	>1 SMMLV
3	Mujer	55-64	Primaria incompleta	Vendedor minorista	1-2 SMMLV
4	Mujer	35-44	Técnico	Vendedor minorista	1-2 SMMLV
5	Hombre	18-24	Secundaria completa	Vendedor minorista	1-2 SMMLV
6	Hombre	55-64	Tecnólogo	Vendedor minorista	<1 SMMLV
7	Hombre	35-44	Primaria completa	Manipulador de alimentos	1-2 SMMLV
9	Mujer	65+	Tecnólogo	Vendedor minorista	1-2 SMMLV
10	Mujer	65+	Primaria completa	Vendedor mayorista	1-2 SMMLV
11	Hombre	25-34	Tecnólogo	Manipulador de Alimentos	1-2 SMMLV
12	Mujer	45-54	Secundaria Completa	Administradora de la plaza	1-2 SMMLV
13	Mujer	45-54	Secundaria incompleta	Manipulador de alimentos	1-2 SMMLV
14	Hombre	25-34	Secundaria completa	Vendedor minorista	1-2 SMMLV

15	Hombre	25-34	Secundaria completa	Vendedor minorista	1-2 SMMLV
16	Hombre	35-44	Tecnólogo	Vendedor minorista	2-4 SMMLV
17	Hombre	55-64	Secundaria completa	Vendedor mayorista	<1 SMMLV
18	Hombre	45-54	Técnico	Vendedor minorista	2-4 SMMLV
19	Hombre	35-44	Secundaria completa	Vendedor minorista	1-2 SMMLV
20	Hombre	25-34	Secundaria completa	Vendedor mayorista	<1 SMMLV

5 DELIMITACIÓN

La presente monografía se desarrolla en el municipio de La Dorada, Caldas, específicamente en la plaza de mercado central, espacio que constituye uno de los principales generadores de residuos orgánicos del área urbana debido a las actividades de comercialización de frutas, verduras, carnes, granos y productos agrícolas; este análisis se centra en la evaluación de la viabilidad del uso del sistema de *Pacas Biodigestoras* como alternativa de gestión sostenible de los residuos orgánicos generadores en este sitio; considerando aspectos ambientales, sociales y económicos.

La delimitación de este proyecto busca establecer un marco claro donde se permita evaluar el potencial de este sistema en el contexto social, minimizando los residuos enviados al relleno sanitario la Doradita. Desde el punto de vista metodológico, la investigación se enfoca en un análisis de factibilidad ambiental y técnica, así mismo tener en cuenta variables como el volumen de residuos generados, condiciones climáticas, participación comunitaria, disponibilidad de espacio y beneficios ecológicos de este sistema.

6. DISEÑO METODOLÓGICO

La presente monografía se desarrolla bajo un enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos para la implementación de pacas biodigestoras con alternativas sostenibles para el manejo de residuos orgánicos; a través de un enfoque cuantitativo se tendrán en cuenta variables como la reducción de volúmenes en residuos, la producción de abono orgánico. Por otra parte, el método cuantitativo permitirá comprender las percepciones, actitudes y niveles de aceptaciones de la comunidad frente a este sistema comprendiendo 3 fases principales:

Fase 1: Diagnostico

Fase 2: Planificación

Fase 3: Implementación

En la fase diagnóstica, se realiza una observación directa del entorno y un levantamiento de información sobre la cantidad, tipo y manejo actual de los residuos sólidos. A través de entrevistas y conversaciones con trabajadores y habitantes alrededor de la plaza de mercado de La Dorada, Caldas. Se identifican las principales problemáticas ambientales, la disposición inadecuada y las oportunidades de mejora en la gestión de los desechos orgánicos, este proceso busca no solo recolectar datos, sino también escuchar las voces de quienes viven la problemática, reconociendo su experiencia como parte esencial del conocimiento.

En la fase de planificación, se formulan los objetivos específicos y se diseña el plan de acción para la implementación de las pacas biodigestoras. Aquí se definen los materiales, el espacio físico adecuado, el cronograma de ejecución y los responsables de cada actividad. Este proceso se desarrolla bajo los lineamientos de la Ley 99 de 1993, que establece los principios de desarrollo sostenible en Colombia, y la Resolución 754 de 2014, que regula la gestión integral de residuos sólidos. Además, se tiene en cuenta el Decreto 1076 de 2015, que compila las disposiciones ambientales del sector, garantizando que el proyecto se enmarque dentro de la normatividad vigente.

La fase de implementación consiste en la construcción y puesta en marcha de las pacas biodigestoras. Durante esta etapa, se prioriza el trabajo colaborativo, involucrando a los participantes en el armado de las pacas y en el aprendizaje de su mantenimiento; el objetivo no es solo técnico, sino también formativo y social, generando conciencia sobre el valor de los residuos como insumos para la fertilización natural de la materia orgánica.

7. RECURSOS

7.1 HUMANOS

Para el desarrollo de este proyecto se necesitó la participación de dos estudiantes Maryi Catherine Saldaña Moreno y Leandro Rodríguez Camacho del programa Administración ambiental de la Universidad Piloto de Colombia Seccional del Alto Magdalena. Ambos fueron responsables de la formulación, investigación y análisis técnico de la monografía: *“Evaluación de la viabilidad del uso de pacas biodigestoras para la gestión sostenible de residuos orgánicos en la plaza de mercado de La Dorada, Caldas”*.

El trabajo desarrollado por los estudiantes incluyó la revisión bibliografía, la caracterización de los residuos orgánicos, la evaluación de la viabilidad técnica y ambiental de las pacas biodigestoras garantizando la implementación sostenible. Además, se contó con el acompañamiento del docente Alexander Buitrago Romero quien nos brindó orientación durante el proyecto.

7.2 MATERIAL

Para el desarrollo de la monografía *“Evaluación de la viabilidad del uso de pacas biodigestoras para la gestión sostenible de residuos orgánicos para la plaza de mercado de La Dorada, Caldas”* se requirieron diversos recursos materiales para llevar a recopilar la información y la elaboración de los análisis técnicos y ambientales. Se utilizaron los siguientes recursos:

- Equipos de herramientas de campo: Guantes de protección, tapabocas, bolsas plásticas, balanza portátil para el pesaje de los residuos, termómetros y elementos de bioseguridad.
- Recursos tecnológicos: Computador portátil, celular.
- Materiales para la elaboración de las pacas biodigestoras: Malla metálica o plástica, material vegetal seco, residuos orgánicos seleccionados y herramientas básicas como pala, rastrillos y carretillas.
- Bibliografía y fuentes documentales: Documentos técnicos, artículos científicos, planes ambientales y municipales (POT, PGAR, POMCA).

8. DESARROLLO DE PROPUESTA

El proyecto que se realizó en la Central de Abastos se plantea como una estrategia ambiental que busca una solución a la inadecuada disposición de los residuos orgánicos producidos diariamente en este sector, ya que este lugar genera una cantidad significativa de residuos provenientes principalmente de actividades comerciales como la venta de frutas, verduras, carnes y productos agrícolas lo que ocasiona malos olores, proliferación de vectores, contaminación del suelo y el agua. Actualmente la gran parte de estos residuos no cuentan con un sistema eficiente para el aprovechamiento final, así mismo es necesario evaluar alternativas ecológicas y de bajo costo como las pacas biodigestoras que permiten transformar estos residuos en abono orgánico, reduciendo la carga ambiental y promoviendo una economía circular.

9. CONCLUSIONES

- A partir de la caracterización realizada, se logró reconocer que los residuos orgánicos generados en la Central de Abastos representan una fuente importante de aprovechamiento. Este hallazgo demuestra que, con una adecuada separación y manejo, es posible transformar los desechos en recursos útiles para el suelo y el ambiente como el abono orgánico. De esta manera, el proyecto aporta al cumplimiento del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) del municipio, fomentando una cultura de responsabilidad ambiental y uso sostenible de los recursos.
- Los resultados obtenidos en la evaluación técnica, social y ambiental evidencian que las pacas biodigestoras son una alternativa eficiente, económica y ambientalmente responsable para el tratamiento de residuos orgánicos. Su implementación contribuye a reducir los impactos negativos en la plaza de mercado, mejora la limpieza del entorno y promueve la participación de la comunidad en procesos sostenibles. Además, su fácil construcción y mantenimiento permiten que sea una tecnología accesible y adaptable.
- La práctica que se implementó refleja que el éxito del sistema no depende únicamente de la tecnología empleada, sino del compromiso de las personas que participan en su desarrollo y mantenimiento. La colaboración de los comerciantes, administradores y autoridades locales se convierte en un pilar fundamental para garantizar la continuidad del proyecto. Por ello, la educación ambiental, el acompañamiento institucional y la conciencia ciudadana son elementos esenciales para consolidar una gestión de residuos más sostenible, responsable y duradera en el tiempo.

10. RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir realizando de manera constante la caracterización física, química y composicional de los residuos orgánicos generados en la Central de Abastos, esto permitirá conocer mejor los materiales que allí se producen y su potencial de aprovechamiento.
- Es importante involucrar a los comerciantes, trabajadores y visitantes de la plaza en espacios de información y sensibilización ambiental, con el fin de resaltar la importancia de separar correctamente los residuos orgánicos mediante el uso de las pacas biodigestoras.
- Se sugiere implementar un plan de seguimiento que evalúe no solo los aspectos técnicos y ambientales del sistema si no en los factor económico y social ya que permitirá conocer los avances, detectar las posibles dificultades mejorando la estrategia del proyecto.

11. REFERENCIAS

- “Guillermo silva y sus pacas digestoras”. Soy natural – producido por tele Medellín, en: <https://youtu.be/Qq84BBoEICc> Colombia, 2017.
- “ing. Agr. Cesar Augusto borrero”. La agricultura convencional agroquímica basa en la dependencia del agricultor en tecnologías industrializadas que requieren alta inversión de dinero. www.infoagro.com/documentos/abonos_organicos.asp
- Raúl Rivera Espinoza. (2017). En el marco de la semana de la ciencia y la tecnología y el seminario de economía solidaria en la universidad autónoma Chapingo, Texcoco, México.
- <http://esferaviva.com/paca-digestora-opcion-limpia-de-aprovechamiento-de-residuos-organicos/>
- <https://www.residuosprofesional.com>
- Eco Agricultor. Tomado de : <https://www.ecoagricultor.com/que-es-el-compost-y-como-hacerlo-en-casa/>