Universidad de Ibagué

Comprometidos con el desarrollo regional

Modelo de Gestión de residuos orgánicos en el Centro de Mercadeo Social Plaza la 28 de Ibagué.

Laura Daniela Fernández Villarraga
Manuel Fernando Osorio Escobar

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Industrial

Ibagué, 2021

Modelo de Gestión de residuos orgánicos en el Centro de Mercadeo Social Plaza la 28 de Ibagué.

Laura Daniela Fernández Villarraga
Manuel Fernando Osorio Escobar

Trabajo de grado que se presenta como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Industrial

Director (a):

Ing. Andrés García León

Profesor Universidad de Ibagué

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Industrial

Ibagué, 2021

(Dedicatoria o lema)

Este trabajo queremos dedicárselo a nuestras familias, porque gracias a su apoyo incondicional tanto económico como emocional, hicieron que este sueño de ser profesionales fuera posible. Además, gracias a su sacrificio, consejos y credibilidad en nosotros, hicieron que esta meta valiera la pena aún más. Gracias por su amor y demostramos que "Detrás de cada niño que cree en sí mismo, hay un padre que creyó en el primero".

- *Mathew Jacobson*

Agradecimientos

Al concluir una de las etapas más importantes de nuestras vidas, queremos agradecer inmensamente a nuestras familias por ser los principales promotores de este sueño de convertirnos en profesionales, gracias por confiar y creer en nosotros, el camino no fue fácil, pero gracias a su sacrificio, apoyo y sobre todo las ganas y las esperanzas que nos transmitían de vernos triunfar fue de gran importancia para no rendirnos y no dejarnos llevar por los momentos difíciles. Gracias por enseñarnos que "*el verdadero amor no es otra cosa que el deseo inevitable de ayudar al otro para que sea quien es"* - Jorge Bucay.

Agradecemos inmensamente a nuestro tutor el Ing. Andrés García León por su constante apoyo, su acompañamiento y su dedicación en este último proceso tan importante en nuestras vidas. Además, agradecemos a todos los profesores de la universidad que nos brindaron previamente sus conocimientos, valores, esfuerzo y dedicación durante la carrera formativa, ya que sin ellos no hubiese sido posible llegar al final de este camino.

Resumen

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo desarrollar una estrategia para aprovechar los residuos orgánicos que genera La Plaza de Mercado la 28 en la ciudad de Ibagué - Tolima. La metodología del proyecto se basó en una investigación de índole descriptiva en la cual se hizo un registro, análisis e interpretación de la problemática ambiental y social generada por el inadecuado manejo que se le da a los residuos en la PM28, y así, posteriormente se desarrolló de manera práctica la técnica de compostaje obteniendo como resultado significativo un abono natural (100% orgánico) que sirve para sembrar plantas, mejorar los suelos y finalmente que contribuyen a reducir la problemática que estos originan, adicionalmente se dio a conocer la resolución 2184 de 2019 “Código de Colores”, a través de visitas a la PM28 y entrega de folletos.

El resultado de este proyecto fue el diseño del modelo de gestión de la PM28 de Ibagué – Tolima, el cual sirvió para generar una alternativa de aprovechamiento social y económico de la plaza de mercadeo.

Palabras clave: *Residuos orgánicos, problemática**,** compostaje, abono, código de colores.*

Abstract

The objective of this research project was to develop a strategy to take advantage of the organic waste generated by Plaza de Mercado la 28 in the city of Ibagué - Tolima. The methodology of the project was based on an investigation of a descriptive nature in which a record, analysis and interpretation of the environmental and social problems generated by the inadequate management given to the waste in PM28 were made, and thus, subsequently developed the composting technique in a practical way, obtaining as a significant result a natural fertilizer (100% organic) that serves to plant plants, improve soils and finally that contributes to reducing the problems that these originate, additionally, resolution 2184 of 2019 "Code of Colors", through visits to PM28 and delivery of brochures.

The result of this project was the design of the management model of the PM28 of Ibagué - Tolima, which served to generate an alternative for the social and economic use of the market place.

Keywords: *Organic waste, problems, composting, fertilizer, color code.*

Pág.

Contenido

Introducción **2**

1. Presentación del problema **4**

1.1 Planteamiento del problema ..... **……4**
1.2 Justificación del problema 6

2. Objetivos avalados **7**
2.1 Objetivo General 7
2.2 Objetivos específicos 7

3. Referentes **8**
3.1 Referentes Empíricos 8
3.2 Referentes Teóricos 12
3.2.1 Residuos sólidos 12
3.2.1.1 Definición 12
3.2.1.2 Clasificación de los residuos sólidos. 13
3.2.2 Residuos Orgánicos 14
3.2.2.3 Formas para reciclar los residuos orgánicos 18
3.2.3.3 Descripción del proceso de compostaje 19
3.3 Referente sectorial 21
3.3.1 Generación de residuos sólidos en Colombia. 21
3.3.2 Generación de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. 22

4. Metodología de estudio **24**
4.1 Tipo de investigación. 28

5. Presentación de resultados **29**
5.1 Diseño de modelo de gestión de residuos orgánicos 36
5.1.1 Estrategias propuestas para llevar a cabo el modelo de gestión de residuos orgánicos de la PM28 39

6. Conclusiones **42**

7. Recomendaciones **44**

8. Referencias bibliográficas **45**

9. Anexos **50**
Anexo 1: Resultados tabulados de las encuestas. 50
Anexo 2: Visitas a la Plaza de Mercado la 28 de Ibagué-Tolima 53
Anexo 3: Procedimiento del compostaje (Técnica de Aprovechamiento). 54
Anexo 4: Diseño de entregable Resolución 2184 del 2019 “Código de Colores” 63
Anexo 5: Certificado de participación en la Semana de Investigación Universitaria de la Universidad de Ibagué SIU 2021 61

Pág.

Lista de figuras

Figura 1: Plaza de Mercado de la 28# A 28A - 72, Cra 4h #282, Ibagué - Tolima..... 5

Figura 2: Residuos generados por la Plaza de Mercado de la 28, Ibagué – Tolima. .. 5

Figura 3. Clasificación de los residuos orgánicos según su fuente 18

Figura 4. Clasificación generalizada de los residuos orgánicos 20

Figura 5. Toneladas diarias promedio presentadas al servicio público de aseo por departamento y para el Distrito Capital VS Cantidad de personas en cada departamento ……23

Figura 6. Número de encuestas realizadas en este estudio. 28

Figura 7. Residuos orgánicos recolectados en la Plaza de Mercado de la 28.…..33

Figura 8. Residuos orgánicos picados.…..34

Figura 9. Capas de materiales para el compostaje.....35

Figura 10. Diseño de modelo de gestión propuesto PM28……...37

Figua 11. Ciclo del compostaje…….38

Pág.

Lista de tablas

Tabla 1a. ***Estudios referentes al aprovechamiento de residuos orgánicos*** **..... 9**

Tabla 1b. Estudios referentes al aprovechamiento de residuos orgánicos. **.....10**

Tabla 2. Residuos orgánicos recomendables para el compostaje. **.....21**

Tabla 3. Generación de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe, algunas áreas metropolitanas y ciudades con más de 2 millones de habitantes. **....25**

Tabla 4: Fases del compostaje con Temperatura °C y pH **.....36**

Tabla 5. Estrategias propuestas para el modelo de gestión en la PM28…….39

Tabla 6. Estimación de costos para la ejecución del modelo de gestión de residuos PM28 41

Introducción

La generación de residuos orgánicos en las plazas de mercadeo de Colombia es un problema crítico, debido principalmente al aspecto ambiental negativo que se puede evidenciar en la mayoría de estas, ocasionado por incorrectas prácticas de manipulación de alimentos como por la falta de implementación de estrategias de separación, recuperación y aprovechamiento de los grandes volúmenes de residuos orgánicos generados.

La Plaza de Mercado de la 28 (Ibagué - Tolima) genera alrededor de 5 contenedores diarios de residuos (1 ½ Toneladas de residuos orgánicos diariamente), y no cuenta con un sistema de gestión integral de residuos, por lo tanto los residuos no están siendo aprovechados, esto conlleva a una gran problemática ambiental debido a que según INFIBAGUÉ la plaza tiene 275 locales de los cuales “el 20% han realizado el proceso de selección de los residuos*” Jairo Quiroga (Administrador actual de la Plaza de Mercado de la 28)*. Adicionalmente la Plaza solo cuenta con 9 puntos ecológicos y desconoce la resolución 2184 de 2019, Código de Colores, la cual empezó a regir el 1 de enero de 2021.

En este sentido, se plantea una propuesta de aprovechamiento de los residuos orgánicos en La Plaza de Mercado de la 28, la cual se basa en el desarrollo sostenible de la región, teniendo en cuenta los siguientes 3 aspectos fundamentales:

- **Económico:** se crea la oportunidad de convertir los residuos orgánicos en un posible subproducto.
- **Social:** se crea cultura de manejo de residuos, disminuyen los impactos negativos de salubridad e inseguridad.

- **Ambiental:** se reduce la cantidad de desechos orgánicos que se desechan en el relleno sanitario de Ibagué.

Principalmente con la propuesta se busca analizar cómo se manejan los residuos actualmente en la PM28, teniendo en cuenta factores sociales, ambientales y económicos por medio de herramientas como la encuesta, estudios de observación y modelos estadísticos que permitan identificar y clasificar pertinentemente las problemáticas para el desarrollo del sistema de gestión de la PM28 para el manejo adecuado de los residuos orgánicos que brindará no solo la disminución de la generación de desechos y contaminación si no que adicionalmente agrega un valor económico con respecto a la reutilización de los residuos orgánicos.

Finalmente, lo ideal es gestionar de manera adecuada la cantidad de desechos orgánicos, plantear políticas de aprovechamiento y concientización para dar un valor agregado a los residuos, implementar la Resolución 2184 del 2019 Código de Colores para fomentar la cultura ciudadana en materia de separación de residuos y así disminuir todas las problemáticas ambientales que se generan en la PM28.

1. Presentación del problema

1.1Planteamiento del problema

La ausencia de un sistema que gestione el buen manejo de los residuos de la PM28 de la ciudad de Ibagué, desencadena diferentes problemáticas ambientales y sociales en el sector, la falta de cultura ciudadana en la comunidad con temas de reciclaje es notable y significativa, además del desperdicio de un considerable material orgánico que se produce a diario en una zona de ese tipo.

En la actualidad el manejo de los residuos orgánicos generados en la PM28, no es el más adecuado ni pertinente, estos son desechados en lugares públicos cerca de la plaza de mercado sin ningún tipo de manipulación, son inexistentes las cadenas de reciclajes y las pocas zonas que hay para arrojar las basuras destinadas a la separación y clasificación de estas están totalmente descuidadas y en mal estado, así mismo dentro de los módulos de la plaza no se encuentra el suficiente espacio para la disposición de las basuras porque solo existe un depósito en toda la PM28, por lo tanto es evidente que no existe un buen manejo ni aprovechamiento alguno de los desechos que son generados en la PM28 anteriormente mencionada, del mismo modo es notorio que las personas que utilizan los servicios de la plaza no están muy interesados en reciclar existen usuarios que consumen algún alimento y arrojan cáscaras y envolturas en cualquier lugar y los comerciantes que son los principales generadores de estos desechos muestran un alto grado de desinterés en lo que a buen manejo de basuras toman dichos residuos y los arrojan en algún lugar cercano a la plaza, adicionalmente los comerciantes desconocen la Resolución 2184 “Código de Colores” para la debida clasificación y separación de residuos, logrando así la reducción de la generación de desechos, por otra parte la PM28 no realiza

capacitaciones continuas, la última fue realizada por INFIBAGUÉ hace 8 meses y solo el 20% de los locales realizaron el proceso de selección de los residuos, por ende es muy evidente la falta de cultura y concientización por parte tanto de los usuarios y comerciantes de la PM28; las condiciones mencionadas anteriormente generan paulatinamente efectos negativos que cada vez son más visibles; malas condiciones del entorno, incremento del volumen de residuos en el sector, problemas sanitarios, malos olores, riesgos de salubridad, taponamientos de alcantarillados, aparición de plagas como cucarachas y ratones, entre otros hechos por los cuales se desencadena en la siguiente pregunta: ¿Cómo favorecer el aprovechamiento de residuos orgánicos derivados de La Plaza de Mercado de la 28 de Ibagué – Tolima?

Figura 1: *Plaza de Mercado de la 28# A 28A - 72, Cra 4h #282, Ibagué - Tolima.*



Fuente: Google Maps

Figura 2: *Residuos generados PM28, Ibagué – Tolima**.***



Fuente: (*2013). Infibagué recupera depósitos de basura: El nuevo día*

1.2 Justificación del problema

A raíz de las manifestaciones anteriormente mencionadas se busca mitigar el impacto ambiental con la implementación de la Logística Inversa en la PM28, generando una cadena de valor a partir de los residuos, creando subproductos, específicamente los orgánicos, a partir del proceso del compostaje.

El modelo de gestión de residuos orgánicos en la PM28 de Ibagué-Tolima reduce costes debido a que la empresa INFIBAGUÉ recoge los residuos a través de un valor económico agregado, adicionalmente porque es una manera de ahorrar con respecto a la compra de nuevas materias primas. Este modelo de gestión da fuerza al desarrollo sostenible de la región, tomando tres aspectos fundamentales: económico, social y ambiental, ya que se presenta la oportunidad de convertir los desechos orgánicos en una oportunidad de negocio, materia prima para otros productos o subproductos, también nos permitirá acercarnos a las personas que frecuentan la PM28 (usuarios y comerciantes) para crear cultura y concientización en cuanto al manejo de selección y clasificación de los residuos basados en Logística Inversa, disminuyendo los impactos negativos presentes en la zona y en el ambiente, para lograr reducir la generación de residuos que llegan al relleno sanitario de la ciudad de Ibagué.

2. Objetivos avalados

2.1 Objetivo General

Diseñar un modelo de gestión integral de residuos orgánicos para el Centro de Mercadeo Social Plaza de la 28 de Ibagué-Tolima, para mitigar los impactos negativos generados y aprovechar los residuos para la generación de valor.

2.2 Objetivos específicos

● Realizar un diagnóstico de recolección y aprovechamiento para identificar las falencias existentes en la gestión de residuos de la Plaza de Mercado de la 28 (Ibagué - Tolima).

● Formular e implementar estrategias operativas como políticas de aprovechamiento y recolección de residuos orgánicos dentro de la Plaza de Mercado de la 28 (Ibagué-Tolima), por medio de la generación de valor para personal interesado (comerciantes, clientes, entidades gubernamentales).

● Identificar los postulados y premisas que operan en un modelo de gestión integral de residuos orgánicos para los Centros de Mercadeo Social con la ayuda de los referentes empíricos- teóricos, y la legislación ambiental actual vigente, resolución 2184 de 2019 “Código de Colores”.

3. Referentes

Para realizar este trabajo se tuvo en cuenta tres tipos de referentes, los cuales se evidenciaron a lo largo de este punto. El primero es referente de tipo empírico, en él se buscan trabajos de investigación similares de los cuales se pueda aprovechar su contenido de información para la realización del trabajo. El segundo referente es de tipo teórico, en él se explican algunos de los conceptos más importantes para el entendimiento del trabajo. El tercero es de tipo sectorial, en él se documentará datos relevantes sobre la generación y recolección de residuos orgánicos en la ciudad y en el país.

3.1Referentes Empíricos

Para el presente trabajo el enfoque está relacionado con la mitigación de problemáticas ambientales en las plazas de mercadeo social a partir del mal manejo de los residuos generados, y a su vez, el posible aprovechamiento de estos. Se tuvieron en cuenta proyectos de investigación que aportan información similar, los cuales brindan diferentes soluciones que sirvieron como apoyo para la formulación de este proyecto.

Algunos de los conceptos más comunes entre los referentes de investigación es el reciclaje y la filosofía de la Logística Inversa, como creación de canales de recolección selectiva de residuos, la mayoría de trabajos en los que se basa la Tabla 1, en sus problemáticas logran aplicar dichos conceptos, y también otros como en el de (Gary, J., 2020) implementando campañas en conjunto a los métodos de reciclaje, ya que con ayuda de la misma comunidad aseguramos un óptimo resultado, disminuyendo los residuos orgánicos en la PM28. A continuación, se exponen algunos

de los estudios referentes más importantes en los que el presente proyecto se basó con un breve resumen de sus aportes (Ver Tabla 1a y 1b).

Tabla 1a. *Estudios referentes al aprovechamiento de residuos orgánicos.*

Autor (es)	***Título del estudio***	***Propósito del estudio***
Huanca, A, Milton, J. 2016)	Aplicación de la logística inversa en la Universidad Alas Peruanas como beneficio económico e impacto en la mitigación ambiental de la sociedad.	Aplica la logística inversa para la recuperación de todos los residuos generados por la Universidad Alas, para obtener ventajas competitivas sostenibles a la empresa y a la sociedad.
(Bottani, E., Vignali, G., Mosna, D. and Montanari, R. 2019).	Economic And Environmental Assessment Of Different Reverse Logistics Scenarios For Food Waste Recovery.	Análisis que evalúa el aspecto económico/ambiental en temas de logística inversa aplicada a la recolección de residuos orgánicos en la región de Emilia-Romagna (Italia).
(Cadena, I., Cruz, J., Pardo, Y. 2009)	Percepción del manejo de residuos sólidos en la Plaza de Mercado La Concordia Florencia, Caquetá.	Se realizó un diagnóstico del manejo de residuos sólidos en la Plaza de Mercado La Concordia incluyendo empleados, consumidores, comerciantes y empresas de aseo, con ello se logró identificar potenciales de mejoras y un plan de acción para la plaza de mercado.
(Cardona, A., 2004)	Biodegradación de residuos orgánicos de plazas de mercado.	Caracterización, clasificación y acondicionamiento de los residuos orgánicos de la Plaza de Mercado de Manizales. Son analizados los posibles tratamientos de los residuos para su conversión en productos de valor agregado.

Fuente: *Elaboración propia, 2020*

Tabla 1b. Estudios referentes al aprovechamiento de residuos orgánicos.

Autor (es)	***Título del Estudio***	***Título del Estudio***
(López, N., 2016).	Propuesta de implementación de la logística inversa para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos, caso plaza de mercado de la localidad de los mártires de la ciudad de Bogotá.	Propone la producción de compostaje a partir de los RSO, mediante ciclo reverso y utilizando como herramienta principal la logística inversa.
(Castillo, H., Arrieta, G., 2014).	Plazas de mercado en Bogotá, generadoras de residuos y desarrollo.	Propone establecer un mejor aprovechamiento de los residuos generados por las Plazas de Mercado, enfocándose en todas las preocupaciones ambientales en contexto local, regional y global.
(Mesjasz-Lech, A., 2018)	Logistics Of Municipal Solid Waste – Towards Zero Waste Cities.	Plasma desde una perspectiva internacional un análisis de la implementación de soluciones de logística inversa de los residuos en Polonia.
(Betancourt M,D., .,2009).	Propuesta de un programa para el manejo de los residuos sólidos en la Plaza de Mercado Cereté - Córdoba.	Crea un programa para el manejo de los residuos en la Plaza de Mercado (Cereté) debido a que hay gran cantidad de residuos orgánicos, generando olores putrefactos por su descomposición.
(Hao-nan, G., Shu-biao, W., 2020).	Application of machine learning methods for the prediction of organic solid waste treatment and recycling processes: A review.	Ordena estudios de investigación publicados entre 2003-2020. Resume campos de aplicación específicos, características y la idoneidad de los diferentes modelos de aprendizaje automático. Adicionalmente, analiza las limitaciones de la aplicación relevante y las perspectivas futuras.

Autor (es)	*Título del Estudio*	**Título del Estudio**
(Gary, J., 2020)	Participation in residential organic waste diversion programs: Motivators and optimizing educational messaging.	Estudio realizado a los residentes de Niagara, el cual representa un comportamiento a nivel individual con importantes beneficios ambientales, creando campañas educativas para promover el reciclaje de residuos orgánicos.

Fuente: *Elaboración propia, 2020*

Para el estudio aquí formulado, la metodología de la propuesta por (Cadena, I., Cruz, J., Pardo, Y. 2009) resulta muy útil para el desarrollo del proyecto de la PM28, porque una vez identificado el manejo de los residuos orgánicos se logra identificar varios factores de mejora y finalmente se analiza la creación e implementación de un plan de acción para la PM28.

Los referentes empíricos encontrados para la elaboración de este trabajo son estudios realizados en plazas de mercados de diferentes partes del mundo en las cuales se tiene un mismo objetivo, y es que por medio de la logística inversa se desarrollen estrategias para aprovechar y darle un nuevo uso a todos los residuos orgánicos que se generan en estos lugares, y de esta forma mitigar los problemas sociales y ambientales producidos por el mal manejo de estos residuos. Sin embargo, estos estudios no dejan de ser evaluaciones constantes para determinar las maneras en las cuales, teniendo en cuenta las limitaciones, características de riesgos y políticas del lugar, este proceso se pueda llevar a cabo de manera viable y provechosa para todas las partes involucradas. Además, estos trabajos hacen una análisis amplio de todas las técnicas de aprovechamiento de residuos que existen para aprovechar los residuos orgánicos y detallan la técnica de compostaje como una de las herramientas con mayor facilidad de ejecución y a su

vez con un alto grado de eficiencia en sus resultados, lo cual fue de mucha ayuda para la realización de este trabajo ya que se realizó teniendo en consideración todos los problemas, soluciones y caminos más fáciles expuestos por los actores para ejecutar de manera correcta la técnica del compostaje de este proyecto.

3.2 Referentes Teóricos

3.2.1 Residuos sólidos

3.2.1.1 Definición

La Ley general de los residuos sólidos (2009), art. 14, define a los residuos sólidos como aquellas sustancias en la que el generador dispone y un producto que puede ser sólidos o semi sólido, en consecuencia, atenta contra la salubridad y el ambiente, según menciona en la normatividad nacional, pueden ser manejados empleando una técnica en la que se considera tomar las siguientes operaciones:

- **Minimización de residuos:** Se refiere a reducir los residuos que produce el hombre o la sociedad, lo cual para esta reducción se necesita tiempo, utilización de energía y recursos.
- **Segregación en la fuente**: Consiste básicamente en la separación de los residuos sólidos en dos componentes en áreas o fuentes.
- **Reaprovechamiento:** Se refiere a volver a obtener algún beneficio en el desarrollo de alguna actividad.

- **Almacenamiento:** se refiere a guardar ya sea física o digitalmente información o datos de toda índole.
- **Recolección:** Se refiere a recoger algún objeto para alguna actividad.
- **Comercialización:** Es la venta de algún objeto para un beneficio, en la realización de la producción.
- **Transporte:** Movilización del residuo sólido de un lugar a otro.
- **Tratamiento:** Mejoramiento de las condiciones iniciales del residuo.
- **Transferencia:** Se podría considerar como un traslado de un sitio a otro, concediendo derecho.

Según Enger y Smith (2006), los residuos sólidos son materiales que se encuentran en un determinado lugar y la gente ya no desea, por lo que, al estar descompuestos, rotos, ya no tienen valor. (pág. 213)

3.2.1.2 Clasificación de los residuos sólidos.

Los residuos sólidos se pueden clasificar de distintas formas desde su origen hasta la disposición final. Es así que tomando en cuenta estos factores se pueden clasificar de la siguiente manera según (Barradas, 2009):

a) **Residuos orgánicos:** Según Barradas (2009), se consideran a los materiales que en algún momento han tenido vida, en algún momento formaron parte de algún ser vivo o derivan de procesos de combustión fósil. (pág. 6)

- **Putrescibles**: Estos residuos orgánicos provienen de la transformación de materias naturales sin perder demasiada estructura, al tener alto índice de biodegradabilidad: residuos forestales, animales, comida, heces de animales, agropecuarios, entre otros.

- **No putrescibles**: Se refiere cuando los residuos sólidos han sido modificados sus características al punto de que en ciertas condiciones pierden su biodegradabilidad. Generalmente son combustibles.
- **Naturales:** Se refiere a los residuos que se descomponen fácilmente en el ambiente, generalmente son restos de frutas, verduras, residuos de prados y jardines y residuos de excretas de animales.
- **Sintéticos:** Residuos que no son biodegradables, generalmente son combustibles provenientes del proceso petroquímico: plásticos, fibras sintéticas, entre otros.

b) Residuos sólidos inertes: Estos residuos generalmente no son biodegradables ni combustibles, provienen de la extracción y procesamiento de los minerales como pueden ser vidrios, tierras, escombros, entre otros. (pág. 6)

c) Los dos tipos de residuos anteriores mencionados pueden ser peligrosos o no peligrosos. Las características fisicoquímicas hacen que puedan o no ser acoplados a procesos de recuperación o transformación. Quedan definidos por las distintas características que puedan poseer, las cuales son la corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad. (pág. 6).

3.2.2 Residuos Orgánicos

3.2.2.1 Definición

Se considera a estos residuos de esta manera ya que provienen y son de origen orgánico, la mayor parte de estos productos se descomponen naturalmente (biodegradables). Generalmente se desintegra o se convierte en otra forma orgánica. Los ejemplos claros que se podrían

considerar son: la comida, frutas y verduras, etc., también pueden tener un tiempo mayor de descomposición como el papel. A todos los residuos podremos exceptuar al plástico, ya que, teniendo orígenes orgánicos no se le considera en vista que tiene una estructura molecular complicada. (Flóres, 2003, pág. 8)

3.2.2.2 Clasificación de los residuos orgánicos

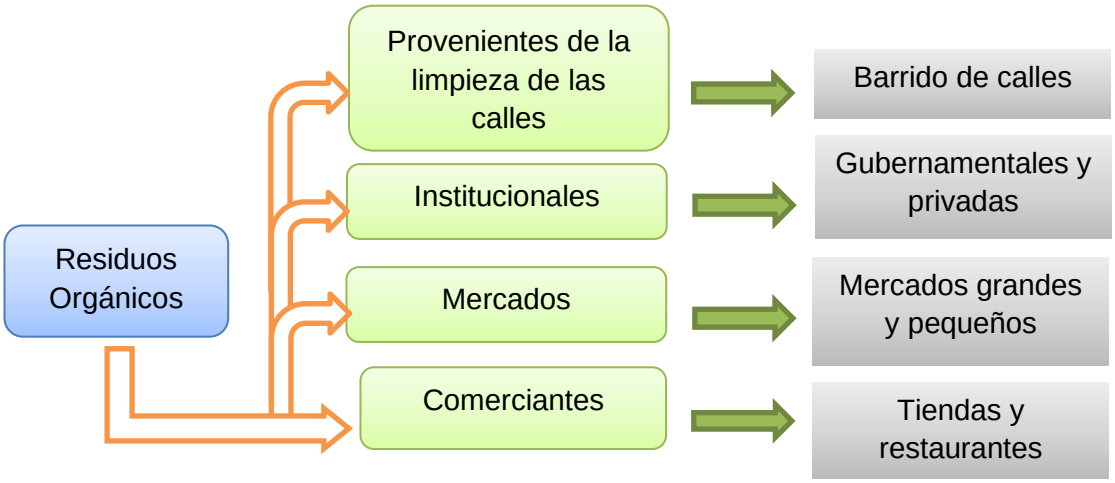
Los residuos orgánicos se pueden clasificar de distintas maneras, sin embargo, la clasificaremos según su fuente de generación y con naturaleza y/o características físicas tomando en cuenta a (Flórez, 2011).

a) Según su fuente de generación: Según Flóres (2003), se clasifican en:

- **Provenientes de la limpieza de las calles:** Se considera a estos residuos también a los almacenados en papeleras públicas; el contenido que se encuentra es bastante variado comenzado de los restos de frutas hasta los plásticos y papeles. Es así que, en esta situación, las posibilidades que se tiene para poder aprovechar son limitadas por el mismo hecho que son limitadas, por lo difícil que es separar físicamente estos residuos de otros y con distintas propiedades.
- **De instituciones:** Son provenientes de instituciones que pueden ser públicas o privadas. Se diferencia básicamente ya que contienen papeles, cartones y también podemos incluir desperdicios de alimento que provienen de los comedores de esas instituciones.
- **De mercados**: Provienen de los mercados de abastos que se encuentran en toda la ciudad y también de centros que venden productos alimenticios. Se considera a esa fuente como importante para el aprovechamiento de orgánicos y en particular para la posterior elaboración de compost y fertilizante orgánico.

- **De origen comercial:** Provienen netamente de establecimientos comerciales incluidas las tiendas y restaurantes que se puedan encontrar. Los restaurantes son la fuente con mayor ingreso de residuos orgánicos por el mismo hecho de ofrecer comidas. Se deben tratar de una manera adecuada ya que servirá como alimento para los porcinos que necesariamente se le hará un tratamiento.

Figura 3. *Clasificación de los residuos orgánicos según su fuente*



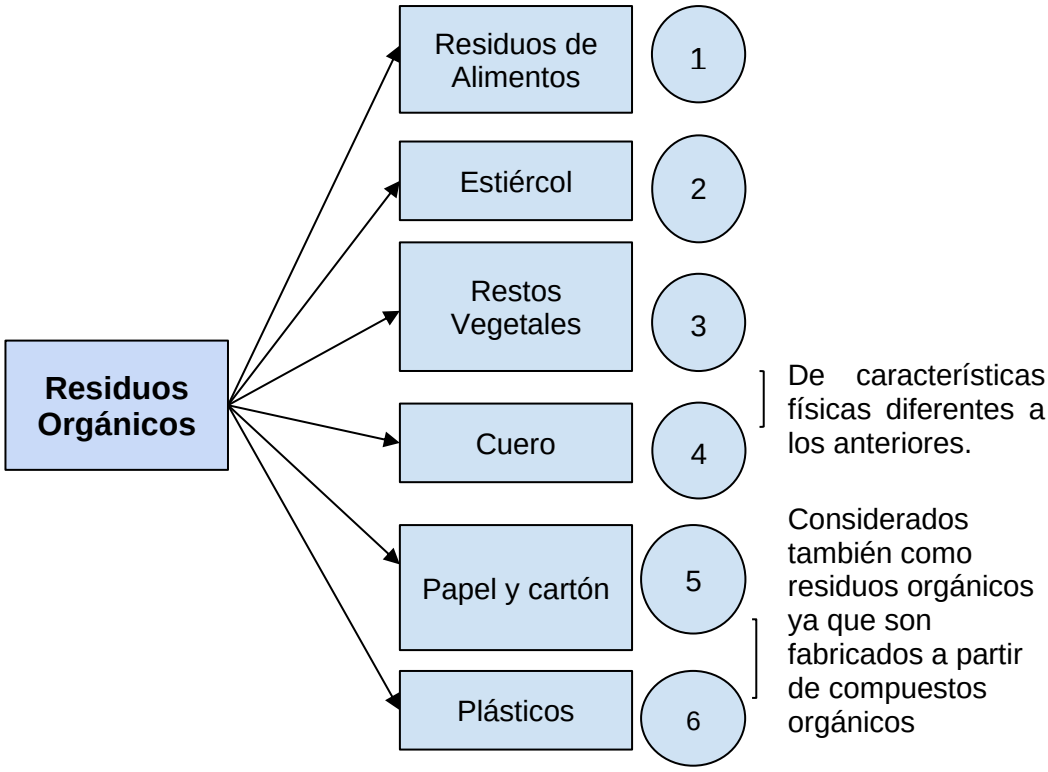
Fuente: *Flóres, D: Guía Práctica No. 2. Para el aprovechamiento de los residuos orgánicos.*

b) Según su naturaleza y/o característica física: clasificamos según Flores (2003), la cuales se clasifican en:

- **Residuos de alimentos:** Son residuos que provienen básicamente los restos de alimentos de distintas fuentes, las cuales son: restaurantes, comedores, hogares y otros alimentos que provienen de centros que proveen cualquier tipo de alimentos comestibles.

- **Estiércol:** Son los residuos que dejan los animales, netamente de los ganados, las cuales se aprovechan para proveer a las plantas y tener una mejor producción de alimentos, estas producen. El biogás es importante para las plantas.
- **Restos vegetales:** Son residuos que provienen de podas de jardines, parques, etc. Asimismo, podríamos considerar a los restos que no se usan en la cocina, principalmente a los residuos que no entran a la cocción, las cuales pueden ser legumbres, cáscaras de frutas, etc.
- **Papel o cartón:** son material potencial, netamente para el reciclaje, pero no para el desarrollo con referencia a este trabajo.
- **Cuero:** son residuos que provienen de artículos u objetos que se toma del no uso del cuero.
- **Plásticos:** son residuos que provienen y tiene origen de residuos orgánicos, por los que contienen etanol y también proviene del petróleo. Sin embargo, tienen complicada estructura atómica es por eso que no se toma en cuenta, con respecto al residuo sólido orgánico.

Figura 4. *Clasificación generalizada de los residuos orgánicos*



Fuente: *Flóres, D: Guía Práctica No. 2. Para el aprovechamiento de los residuos orgánicos.*

3.2.2.3 Formas para reciclar los residuos orgánicos

a) Compostaje:

El producto final del compostaje es un mejorador de suelos denominado “Compost “, de propiedades muy parecidas a la conocida tierra de hojas, e incluso más valioso para el suelo que los estiércoles u otros residuos orgánicos, ya que estos últimos no sufren los procesos de

fermentación del compostaje y pueden estar contaminados con insectos, malezas, enfermedades que nos deberían retornar a los suelos.

El compost favorece principalmente al suelo en los procesos de mineralización, nutrición menor y absorción de humedad, aportándoles agua y ciertos nutrientes, tales como nitrógeno, fósforo, potasio, sodio, hierro y manganeso; elementos importantes e imprescindibles en el desarrollo de las plantas. (Flóres, 2003)

3.2.3.3 Descripción del proceso de compostaje

El proceso está compuesto por 3 partes fundamentales:

- Procesamiento de los residuos sólidos orgánicos (Separación de materiales recuperables, propiedades, etc.)
- Descomposición de la fracción orgánica a través de los diferentes procesos.
- Reparación, uso y venta del compost resultante.

Tabla 2. *Residuos orgánicos recomendables para el compostaje.*

Residuos Orgánicos	Propiedades
Alfalfa, Habas, Frijoles, Chochos	Buena fuente de nitrógeno
Manzana	Fuente de Fósforo y Potasio
Cáscara de plátano	Fuente de fósforo y sobre todo de potasio. Se descompone rápidamente.

Desperdicio de remolacha	Fuente de magnesio, calcio y nitrógeno.
Desperdicio de cítricos	Bajo en fósforo, alto en potasio. Fuente de nutrientes.
Restos de Café	Fuente de nutrientes para la composta o puede ser usado como cubierta. (Rico en potasio)
Rastrojo de maíz y elotes	Tardarán mucho en descomponerse. Un poco menos si se cortan finamente.
Desperdicios de comida. Hortalizas y frutas	El material rico en nitrógeno se descompone más rápido si se corta en pedazos pequeños.
Hojas	Excelente fuente de carbono. Colectar durante otoño para usarlo durante la primavera y el verano.
Paja	Alto en carbono. Cortar y moler en tiras y humedecer para una más rápida descomposición.
Hierbas	Buena fuente de nutrientes. Es mejor usarlas verdes cuando aún no producen semillas.
Periódico	Bueno para reciclar. No contiene nutrientes, pero cortado en tiras puede servir como fuente de carbono.
Cenizas de madera	Excelente fuente de potasio y otros nutrientes minerales. Es recomendable distribuir directamente sobre el suelo del huerto o jardín.

Fuente: *Guía práctica N° 2. Para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos,*

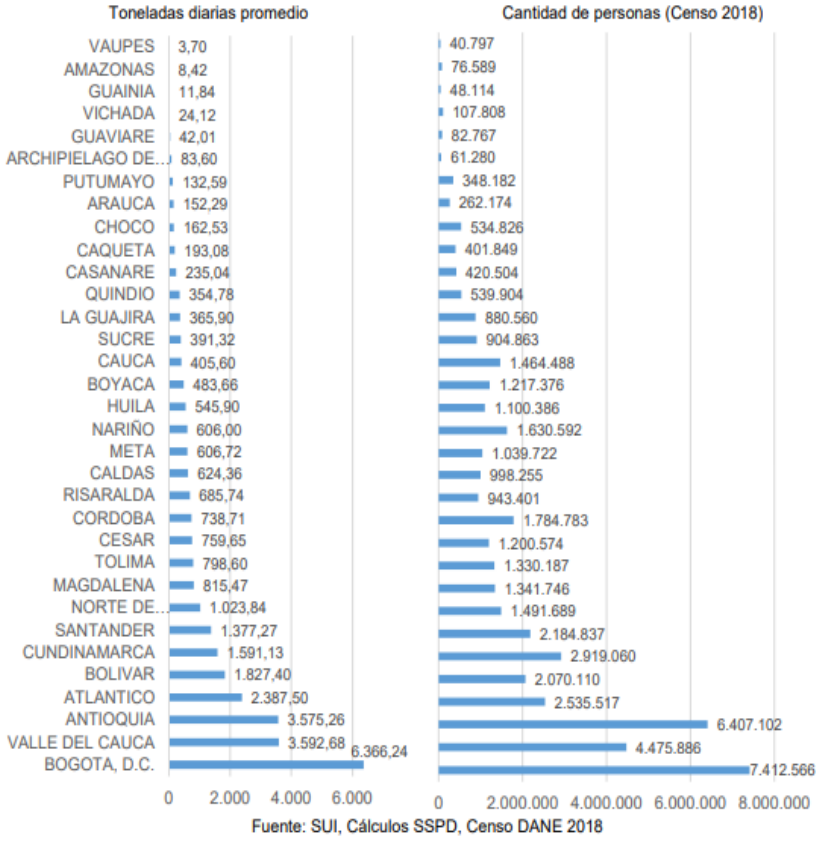
3.3 Referente sectorial

3.3.1 Generación de residuos sólidos en Colombia.

En la Figura 3 se aprecia que la mayor parte de la distribución departamental de los residuos dispuestos del país (51,41%) se concentra en el Distrito Capital y 3 departamentos; Bogotá, D.C. (6.366,24 t/día, 20,55%), Valle del Cauca (3.592.68 t/día, 11,60%), Antioquia (3.575,26 t/día, 11,54%) y Atlántico (2.387,50 t/día 7,71%). De acuerdo con la tendencia expuesta para la vigencia 2017 en el Informe de Disposición Final 2017, se aprecia que estos 3 departamentos y el Distrito Capital presentaban también la mayor concentración de residuos dispuestos. En consecuencia, se infiere que aquellos sitios de disposición final que atienden estas zonas del país presentan una mayor presión. Así mismo, se evidencia que estos departamentos presentan la mayor densidad de población de acuerdo con el último censo realizado por el DANE con excepción del departamento del Atlántico, el cual posee menor cantidad de personas que el departamento de Cundinamarca, pero los residuos dispuestos por el Atlántico son mayores en comparación con los de Cundinamarca.

Por otra parte, los cuatro departamentos que menos reportan toneladas dispuestas son Vaupés (3,70 t/día, 0.01%), Amazonas (8,42 t/día, 0.03%), Guainía (11,84 t/día, 0.04%) y Vichada (24,12 t/día 0,08%). Estos departamentos no alcanzan a representar el 2% del total de los residuos dispuestos diarios del país. (Informe de Disposición Final de Residuos Sólidos, 2018).

Figura 5. Toneladas diarias promedio presentadas al servicio público de aseo por departamento y para el Distrito Capital VS Cantidad de personas en cada departamento



3.3.2 Generación de residuos sólidos en América Latina y el Caribe.

La región de América Latina y el Caribe (ALC) es actualmente el área más urbanizada del mundo en desarrollo, las tres cuartas partes de su población (502 millones de personas) están asentadas en ciudades y en áreas muy próximas a estas. (Flóres, 2003)

La problemática ambiental y social que se presenta en esta parte del mundo es muy grave, más del 60% de la población viven en la pobreza, lo cual genera que la correcta separación de los

residuos sólidos no sea prioridad para los habitantes de estas regiones, donde luego sin darse cuenta están expuestos todos los días a la degradación ambiental producto de la contaminación.

En la región de ALC existen 16 ciudades que albergan a más de 2 millones de habitantes y que hacen que la producción conjunta de residuos sólidos sea de 93 mil t/día. La ciudad que presenta la mayor población es Sao Paulo, cuya producción diaria de residuos sólidos es de 22,140 t, le siguen México, Buenos Aires, Rio de Janeiro, Lima, Bogotá, Santiago, Belo Horizonte, Caracas, Salvador, A.M, Monterrey, Santo Domingo, Guayaquil, A. M. Guatemala, Curitiba y la habana (Ver Tabla 3).

Tabla 3. *Generación de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe, algunas áreas metropolitanas y ciudades con más de 2 millones de habitantes.*

Ciudad	Población Millones	Generación Per Capita Kg/Hab/Dia	Generación Total Tm/Dia
A.M Sao Pablo	16.400.000	1,35	22,140
A.M México	15.600.000	1,20	18,720
A.M Buenos aires	12.000.000	0,88	10,560
A.M Rio de Janeiro	9.900.000	1,00	9,900
A.M Lima	7.500.000	0,56	4,200
Bogotá	5.600.000	0,74	4,144
Santiago	5.300.000	0,87	4,611
Belo Horizonte	3.900.000	0,83	3,237
Caracas	3.000.000	1,18	3,540
Salvador	2.800.000	1,00	2,800

A.M Monterrey	2.800.000	1,07	2,996
Sto. Domingo	2.800.000	0,60	1,680
Guayaquil	2.300.000	0,70	1,610
A.M Guatemala	2.200.000	0,54	1,188
Curitiba	2.100.000	1,07	2,247
La Habana	2.000.000	0,70	1,400
Total	96.200.000	0,97	93,896

Fuente: *Adaptado del diagnóstico de la situación del manejo de los residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. BID, OPS/OMS, 1997.*

4. Metodología de estudio

Se realizó el estudio a partir de la recolección de información de los artículos y documentos ya realizados en varias empresas a nivel mundial, para así estudiar cada punto de buena manera, alcanzando el desarrollo de los objetivos específicos propuestos en el documento y el cumplimiento del objetivo general, para ello tendremos en cuenta los siguientes aspectos:

Objetivo 1*. Realizar un diagnóstico de recolección y aprovechamiento para identificar las falencias* ***existentes*** *en la gestión de residuos de la Plaza de Mercado de la 28 (Ibagué – Tolima).*

- Fuentes de información: Reuniones organizadas con los comerciantes de PM28 para obtener información clave, y así conocer más sobre sus problemáticas, además se planearon visitas en la PM28 para encuestar a los comerciantes, también realizaron análisis de observación para obtener la máxima cantidad de datos.

- Acciones: se realizaron encuestas a los comerciantes de la plaza y se tuvo en cuenta que la PM28 cuenta con 275 locales, por tal motivo; clasifica como una población finita para encuestar, de acuerdo a esto, se utilizó la siguiente ecuación (Ver ecuación 1) para obtener una muestra representativa de esta población.

$$n = \frac{Z^2 \cdot P \cdot Q \cdot N}{e^2(N-1) + Z^2 \cdot P \cdot Q}$$

Ecuación 1. *Ecuación de muestreo para una población finita.*

Donde;

N = Población

n = Muestra

P = Probabilidad a favor

Q = Probabilidad en contra

Z = Nivel de confianza (90%)

e = Error de muestra (10%)

Aplicando la fórmula anterior con un nivel de confianza de 90%, un margen de error del 10% y una probabilidad del 50% tanto de éxito como de fracaso, se llegó a la conclusión que se realizarían 54 encuestas a los comerciantes de la PM28, como se muestra a continuación (ver figura 6).

Figura 6. *Número de encuestas realizadas en este estudio.*

N	275
p	0,5
q	0,5
e	10%
Z	1,64

Numero de encuestas
54

Fuente: *Elaboración propia, 2021*

Objetivo 2*. Formular e implementar estrategias operativas como políticas de aprovechamiento y recolección de residuos orgánicos dentro de la Plaza de Mercado de la 28 (Ibagué-Tolima), por medio de la generación de valor para personal interesado (comerciantes, clientes, entidades gubernamentales).*

- Fuentes de información y herramientas: por medio de sitios web, se indagó las campañas de reciclaje o de buen manejo de residuos orgánicos que han sido implementadas en el transcurso de los años, con el fin de tener unas bases claras, del mismo modo se tuvo en cuenta la opinión de los comerciantes de la PM28.
- Acciones: teniendo en cuenta toda la información recolectada se planteó la propuesta de modelo de gestión de los residuos orgánicos para la PM28, que lleva consigo un apartado de concientización para los comerciantes de la plaza de mercadeo social.

Objetivo 3. *Identificar los postulados y premisas que operan en un modelo de gestión integral de residuos orgánicos para los Centros de Mercadeo Social con la ayuda de los referentes empíricos- teóricos, y la legislación ambiental actual vigente, resolución 2184 de 2019 "Código de Colores".*

Dar a conocer a los comerciantes de la Plaza de Mercado de la 28 la resolución 2184 de 2019 Código de Colores para la separación de residuos, la cual está siendo regida desde el 1 de enero del 2021, Dicha separación de los tres colores se hará en los municipios donde haya proyectos de aprovechamiento funcionando, por lo tanto la PM28 aplica para la implementación de la resolución 2184 de 2019 "Código de Colores", adicionalmente se planeó realizar campañas de pedagogía a los usuarios del servicio público de aseo por medio de las cuales se indique en la resolución, y las personas prestadoras de los servicios de recolección, aprovechamiento y tratamiento del servicio público de aseo también procederán a gestionar los residuos en los recipientes que corresponden y en los horarios y frecuencias definidas para fomentar la cultura ciudadana y disminuir la contaminación ambiental que los residuos orgánicos generan.

4.1 Tipo de investigación.

De acuerdo a las características del trabajo y la naturaleza de los objetivos propuestos, se presenta una investigación de índole descriptiva, ya que esta describe las características, procedimientos, hechos y diversos factores que se originan, sin explicar a fondo las relaciones que se identifican. Mediante la metodología se realiza la investigación, descripción, registro, análisis e interpretación del problema ambiental y social generado por el mal manejo de los residuos orgánicos originarios de la PM28 ubicada en la ciudad de Ibagué - Tolima, teniendo en cuenta un enfoque y un carácter de investigación no experimental.

Además, con la investigación se procederá a analizar las causas y consecuencias que trae consigo el manejo inapropiado de los residuos orgánicos en la PM28, motivo por el cual se incurrirá en información de carácter cuantitativa en su mayor parte, pero también tendremos alguna de orden cualitativo.

5. Presentación de resultados

Objeto de estudio: Centro de Mercadeo Social Plaza la 28 de Ibagué Tolima.

- ✓ Para dar cumplimiento al primer objetivo se organizaron encuentros con comerciantes de la PM28, con el fin de adquirir información primaria, conocer más acerca de sus procedimientos y así mismo su forma de ver la problemática, del mismo modo, se realizaron visitas a la plaza para realizar un análisis de observación y así obtener la mayor cantidad de datos, en cuanto a información secundaria se recurrió a los informes de las empresas encargadas de los residuos en este caso INFIBAGUE e INTERASEO.

Para el presente estudio se elaboró un cuestionario tipo encuesta a una población de 54 personas (comerciantes de la plaza de mercado), el cuestionario se ha estructurado con preguntas cerradas y respuestas únicas. A partir de la información adquirida de la encuesta se obtuvo (Ver Anexo 1):

- El 83,3 % de comerciantes de la PM28 no conocen la problemática ambiental y social que genera el mal manejo de residuos orgánicos en la plaza, mientras que sólo el 16,7% de comerciantes si conocen la problemática existente.
- El 85,2% de comerciantes de la PM28 no conocen la actual resolución 2184 del 2019 “Código de colores”
- Solo el 29,6% de comerciantes de la PM28 utilizan los puntos ecológicos para la respectiva separación de residuos

- El 68,5% de comerciantes de la PM28 no ha recibido ningún tipo de capacitación sobre el manejo de residuos orgánicos por las entidades como la Alcaldía, Gobernación, INFIBAGUÉ, universidades y las empresas donde trabajaba o trabaja actualmente.
- El 96,3% de comerciantes de la PM28 consideran que los puntos ecológicos de la plaza son insuficientes.
- El 70,4% de los comerciantes de la PM28 no saben cómo se pueden aprovechar los residuos orgánicos que son generados a diario en la plaza.
- El 61,1% de los encuestados no conoce ninguna técnica de aprovechamiento de residuos orgánicos.
- El 94,4% de los comerciantes de la PM28 están de acuerdo con la implementación de algunas estrategias en la pasa de mercado para aprovechar los residuos orgánicos.
- El 98,1% de los comerciantes de la PM28 afirman que el mal manejo de residuos de la plaza de mercado afecta su salud y la de los demás.
- El 92,6% de comerciantes de la PM28 está interesado en recibir información de la actual resolución 2184 del 2019 “Código de Colores”.

Gracias a la información brindada de los comerciantes de la PM28 de Ibagué-Tolima, se tuvo en cuenta las falencias existentes en la plaza de mercado para lograr el desarrollo del presente trabajo de investigación.

- ✓ Para dar cumplimiento al segundo objetivo se implementó como política de aprovechamiento y recolección de residuos orgánicos la técnica del *compostaje* en la PM28, se desarrolló el proceso de manera práctica, para así demostrar la viabilidad de la creación de los subproductos a partir de los residuos orgánicos de la PM28, generando

valor agregado para personal interesado (comerciantes, clientes, entidades gubernamentales).

A continuación, se expone el procedimiento del *compostaje*:

- **Recolección de residuos orgánicos de la Plaza de Mercado de la 28**

Los residuos orgánicos generados en la PM28 de Ibagué-Tolima fueron recogidos el 10 de junio del presente año (2021).

Se recolectaron 76 Kg de residuos orgánicos para iniciar el proceso de compostaje como se muestra en la siguiente figura (Figura 7):

Figura 7. *Residuos orgánicos recolectados en la Plaza de Mercado de la 28.*



Fuente: *Elaboración propia, 2021*

En los residuos recolectados no se tuvo en cuenta residuos de alimentos ácidos como: cáscaras de limón, cáscaras de mandarina, cáscaras de naranjas, entre otros, debido a que dichos

residuos desaceleran el proceso del compostaje, por tal razón su descomposición va a ser más lenta.

Los residuos fueron trasladados a la finca “La Talanquera” para dar inicio al proceso de compostaje, todos los residuos fueron ubicados en un lugar donde no estuviesen expuestos a la lluvia. Principalmente todos los residuos fueron picados para acelerar el proceso de obtención de abono (Ver figura 8).

Figura 8. *Residuos orgánicos picados.*



Fuente: *Elaboración propia, 2021*

Una vez picados los residuos orgánicos, se recolectó material seco (hojas secas), para la acumulación de gases y microorganismos dentro de ellos.

La materia orgánica seca como pasto seco, hojas secas, viruta de aserrín, entre otras, es esencial para que el compostaje no se pudra, debido a que la descomposición de los residuos orgánicos del compostaje es aerobia, es decir, para que se composte toda la materia orgánica el oxígeno debe estar presente en todo el procedimiento (desde el inicio hasta el final), en algunas ocasiones

la materia orgánica es muy húmeda y produce la falta de oxígeno, por esta razón se tomó la decisión de agregar hojas secas para evitar problemas futuros.

Para iniciar el proceso de compostaje se tuvo en cuenta la técnica de la Figura 8 "*Capas de materiales para el compostaje"*. En primer lugar, se realizó la base, la cual fue conformada por hojas secas, después se añadió una capa de material húmedo, una capa de material seco y así sucesivamente, una vez terminadas las capas de residuos orgánicos y de hojas secas se le agregó a la mezcla estiércol de cerdo para acelerar el proceso, finalmente fue cubierto con una bolsa plástica para evitar que caiga agua a la mezcla y se pudra el material.

El compostaje debe ser mezclado para que ingrese más oxígeno a la mezcla y para que todo el material orgánico se procese de manera homogénea, adicionalmente las visitas son esenciales para controlar la humedad de la mezcla, por esta razón se realizaron visitas de una vez por semana para mezclar el compostaje y en cada visita semanal se tomó la temperatura y el pH de la mezcla.

Figura 9. *Capas de materiales para el compostaje*



Fuente: *Deva., (2014). Cómo hacer compost.*

Por otra parte, el proceso del compostaje cuenta con 4 fases que se tuvieron en cuenta para lograr la obtención del abono 100% orgánico como se muestra en la Tabla 4;

Tabla 4: *Fases del compostaje con Temperatura °C y pH*

Fase	*Temperatura °C*	*pH*
Fase 1. *Mesófila*	***40°C***	***5 – 5,5***
Fase 2*. Termófila*	***40°C – 60°C***	***8 – 9***
Fase 3. *De enfriamiento*	***40°C***	***8***
Fase 4*. De maduración*	***Temperatura ambiente***	***7 – 8***

Fuente: *Román, P., Martínez, M. (2013) Manual de compostaje del agricultor.*

- **Primera fase: Mesófila**

  En esta etapa comienza el proceso del compostaje, la temperatura está entre 10°C hasta 40°C. Este aumento de temperatura es debido a actividad microbiana, debido a que en esta fase *"Mesófila"* los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de Carbono y Nitrógeno, esto hace que se genere calor en la mezcla.

  Esta fase es corta; dura entre una o dos semanas y se caracteriza por la disminución del pH entre 5 y 5,5.

- **Segunda fase: Termófila**

  En esta etapa la temperatura aumenta entre 40°C y 65°C, todos los microorganismos termófilos que se desarrollan a temperaturas medias son reemplazados por

microorganismos que crecen en altas temperaturas, la mayoría son bacterias, y estas bacterias termófilas facilitan la degradación de fuentes más complejas de carbono, como la celulosa y la lignina. Estos microorganismos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco por lo que el pH asciende hasta 8 o 9.

En esta etapa “Termófila” hay una gran demanda de oxígeno.

- **Tercera fase: Enfriamiento**

  En esta etapa nuevamente la temperatura desciende a 40°C y los microorganismos mesófilos actúan degradando la celulosa y lignina restantes, por tal razón se dará lugar a las sustancias húmicas en la mezcla.

  El pH se mantiene estable en 8 y disminuye la demanda de oxígeno.

- **Cuarta fase: De maduración**

  Esta fase es la final del proceso de compostaje y se requieren unos meses a temperatura ambiente, en este caso fue 2 meses y medio donde la temperatura descendió a temperatura ambiente y el pH se estabilizó entre 7-8.

Finalizadas estas 4 etapas del compostaje se logró obtener un resultado satisfactorio; abono orgánico listo para ser utilizado como se evidencia en el Anexo 3: Procedimiento del compostaje (técnica de Aprovechamiento), (pág. 45).

Por último, para dar por cumplido el tercer objetivo propuesto, se tuvo en cuenta los referentes empíricos y los referentes teóricos (pág. 9 – 20 del presente trabajo) para la identificación de

premisas y postulados existentes en un modelo de gestión de residuos orgánicos para todas las plazas de mercado.

La información obtenida fue indagada en fuentes informáticas y bases de datos (SCOPUS, SPRINGER, JSTOR y SCIELO), trabajos y tesis que sean de la misma índole para conocer diferentes propuestas y políticas de aprovechamiento.

Adicionalmente, se dio a conocer la legislación actual vigente Resolución 2184 de 2019 “Código de Colores” a los comerciantes y a los usuarios interesados de la PM28 a través de un folleto (Ver Anexo 4), el cual sirve como medio divulgativo de información, creando cultura ciudadana y ambiental en la PM28 de Ibagué-Tolima.

5.1 Diseño de modelo de gestión de residuos orgánicos

El diseño de modelo de gestión de residuos orgánicos en la PM28 de Ibagué – Tolima (Ver figura 10), es propuesto en un diagrama de ciclo ya que muestran cómo ciertos elementos específicos se relacionan entre sí y forman un patrón que se repite; su finalidad es contar con una alternativa para el manejo adecuado de residuos orgánicos, disminuyendo la contaminación ambiental y generando valor agregado a los productos del proceso.

Figura 10. *Diseño de modelo de gestión propuesto PM28.*



Fuente: *Elaboración propia, 2022*

En el ciclo anterior (figura 10) se da a conocer el modelo propuesto para la PM28 el cual inicia desde la generación de todos los residuos que genera la PM28 diariamente, tanto orgánicos como inorgánicos, se propone capacitar a todos los funcionarios de la plaza de mercadeo social para la separación adecuada de los residuos; teniendo en cuenta el Artículo 4 de la Resolución 2184 de 2019 *"Código de Colores":*

- ***Artículo 4:*** Adóptese en el territorio nacional, el código de colores para la separación de residuos en la fuente, así:

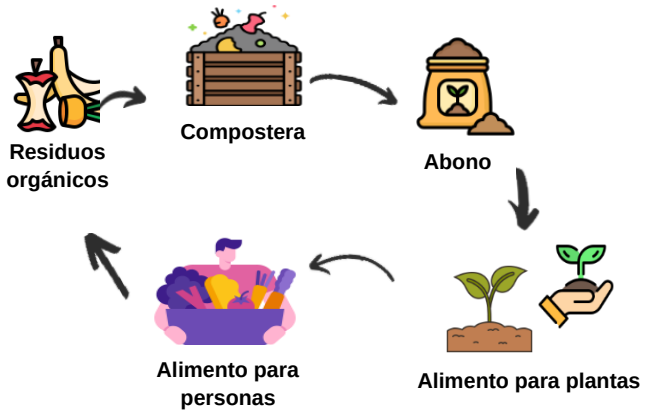
  A) ***Color verde*** para depositar residuos orgánicos aprovechables.

B) ***Color blanco*** para depositar los residuos aprovechables como plástico, vidrio, metales, multicapa, papel y cartón.

C) ***Color negro*** para depositar los residuos no aprovechables.

Una vez clasificados y separados todos los residuos generados por la PM28, se procede a la recolección de los residuos orgánicos para iniciar el traslado al centro de acopio, en este caso, el centro de acopio es un lugar que la PM28 destinará para la realización del compostaje como política de aprovechamiento; una de las ventajas de realizar dicho proceso en la PM28 es la reducción de costos, debido a que no se va a destinar ningún recurso económico para el transporte a otro centro de acopio, sino va a desplazarse dentro de la misma plaza de mercadeo. Adicionalmente, el proceso del compostaje también se plasmó como un ciclo, como se muestra a continuación en la figura 11:

Figura 11. *Ciclo del compostaje*



Fuente: *Elaboración propia, 2022*

Al finalizar el proceso de compostaje como resultado se obtiene abono; existen varias opciones para generar valor agregado, por ejemplo: el abono puede ser vendido en diferentes presentaciones, tamaños, etc.…

5.1.1 Estrategias propuestas para llevar a cabo el modelo de gestión de residuos orgánicos de la PM28

En la siguiente tabla se exponen las estrategias del diseño de modelo de gestión propuesto (Ver tabla 5):

Tabla 5. *Estrategias propuestas para el modelo de gestión en la PM28*

Etapa	Actividad	Meta	Indicador	Encargado
Separación de residuos.	Capacitaciones Constantes a los funcionarios de la PM28.	Cumplir con la resolución 2184 de 2019	**%** de módulos de separación de residuos aprovechados efectivamente.	Administrador de la PM28.
Recolección de residuos orgánicos.	Recolectar los residuos de los módulos un día antes de la ejecución del servicio de Interaseo.	Cumplir con las fechas estipuladas para la recolección de los residuos generados.	% de residuos orgánicos recolectados de manera correcta.	Administrador de la plaza.
Centro de Acopio.	Adecuación e higiene constante del lugar para	Diseñar una planta para el proceso del compostaje.	% de adecuación y limpieza implementada en el lugar de trabajo.	Administrador de la plaza.

	ejercer el modelo de gestión.			
Proceso de compostaje.	Ejecutar técnica de compostaje y realizar un diagnóstico periódicamente que permita tener un mejoramiento continuo.	Aprovechar los residuos orgánicos mediante el compostaje para la generación de valor agregado.	Toneladas aprovechadas / Toneladas recolectadas.	Administrador de la plaza y entidades comercializadoras del compost.
Obtención del abono.	Siembra de semillas para la generación de alimentos.	Obtener alimentos que puedan ser vendidos por los comerciantes de la PM28.	Numero de germinadores usados / Compost obtenido.	Administrador de la plaza y entidades comercializadoras del compost.

Fuente: *Elaboración propia 2022*

Para implementar las estrategias mencionadas anteriormente en la Tabla 5, se estiman los siguientes costos (Ver tabla 6) que en su mayoría serán para llevar a cabo todo el modelo de gestión de residuos orgánicos propuesto, gastos que le corresponden a la PM28.

Tabla 6. ***Estimación de costos para la ejecución del modelo de gestión de residuos PM28***

Rubros	Costos estimados (COP)
Compra de contenedores establecidos por la Resolución No. 2184 de 2019, para los 9 módulos de recolección de residuos. (Duración de 5 años)	$2.251.000
Programa de Capacitación de políticas de aprovechamiento de residuos para los funcionarios de la PM28, (2 Meses)	$3.500.000
Diseño de Planta para proceso de compostaje	$2.000.000
Archivo para consignar proceso.	$500.000
Contratos para personal encargado del modelo de gestión por 6 meses	$5.000.000

Fuente*: Elaboración propia, 2022*

La compra de los contenedores se investigó en la página de mercado libre por la favorabilidad en los precios en la que se pueden encontrar muchos productos, los programas de capacitación para los funcionarios de la PM28 se investigaron con la idea de que sean cursos virtuales de corta duración, aprovechando las herramientas de la virtualidad que dejó consigo la pandemia del COVID 19. Además, se hizo un estudio de precios para la construcción de una planta en la PM28 por medio composteras para la generación de valor agregado a los residuos orgánicos generados en la PM28. Finalmente, se estimaron los precios de la papelería y los contratos del personal de la planta para la ejecución del modelo de gestión.

6. Conclusiones

- Se logró identificar las falencias de la gestión de residuos orgánicos existentes en la Plaza de Mercado de la 28 de Ibagué -Tolima, gracias a que los comerciantes de la PM28 brindaron información suficiente y adecuada para el desarrollo del presente trabajo de investigación, la información fue recolectada mediante una encuesta y adicionalmente se realizaron visitas a la PM28 para hacer un análisis de observación y obtener mayor cantidad de datos.

- Se realizó de manera práctica el compostaje como técnica de aprovechamiento de residuos orgánicos, generando valor agregado a productos que ya no iban a ser utilizados, adicionalmente, con el abono obtenido, se sembraron semillas de *Helianthus annuus L.* la variedad GIRASOL. Domino (amarillo), en una bandeja de germinación, donde se evaluó la viabilidad del abono orgánico a base de residuos reutilizados de la PM28 con el fin de demostrar la eficacia de este producto orgánico como sustrato para la propagación y germinación de semillas. La siembra se realizó una parte con el abono orgánico obtenido y la otra parte con tierra, finalmente la planta creció más rápido con el abono orgánico. (Ver Anexo 3 / Semana 18-19).

- Se dio a conocer la resolución 2184 de 2019 Código de Colores a los comerciantes, a los usuarios del servicio público de aseo y a las personas prestadores de servicios de recolección de la PM28 a través de un entregable (folleto), el cual contenía la explicación

de la separación de los tres colores para enriquecer sus conocimientos, crear cultura ciudadana y disminuir la contaminación ambiental que los residuos orgánicos generan.

- El desarrollo del proyecto propició el espacio de participación como ponentes en la Semana de Investigación Universitaria SIU que fue realizada el 2 y 3 diciembre del 2021 (Ver anexo 5)

7. Recomendaciones

Se sugiere crear estrategias de conocimiento e innovación que ayuden a la Plaza de Mercado de la 28 de Ibagué – Tolima a generar sostenibilidad en el tiempo mediante prácticas amigables con el medio ambiente.

A continuación, se presentan las estrategias que podrían adaptarse a este estudio:

- **Crear un espacio de conocimiento:** Se recomienda generar un espacio de capacitación dirigido a los comerciantes de la PM28 para fortalecer su conocimiento sobre las prácticas que se pueden emplear para aprovechar los residuos orgánicos generados en la plaza, y de acuerdo a eso generar ingresos económicos que puedan mejorar la calidad de sus vidas. Se propone involucrar de primera mano a los organismos departamentales que tienen interés en temas relacionados con los residuos sólidos.

- **Crear un espacio de innovación:** En este espacio se recomienda crear programas con incentivos para que los comerciantes logren llevar de manera práctica el conocimiento adquirido en las capacitaciones previas, y que de esta manera ayuden en el desarrollo del departamento; estos incentivos deben ser dirigidos a los comerciantes, sin embargo, una parte debe ser dirigida solo al fortalecimiento de los proyectos para garantizar la continuidad de estos para que puedan perdurar en el tiempo y evitar el abandono de los comerciantes a la utilización de estas prácticas ecológicas.

8. Referencias bibliográficas

- Ubicación plaza de mercadeo social la 28 Ibagué-Tolima. (s. f.). [Figura]. Google Maps. Recuperado de: https://www.google.com/maps

- Infibagué recupera depósitos de basura. (2013, 27 diciembre). [Figura]. El periódico de los tolimenses El Nuevo Día. Recuperado de: https://www.elnuevodia.com.co/nuevodia/tolima/ibague/205301-infibague-recupera-depositos-de-basura

- Flores, D. (2003). Clasificación de los residuos orgánicos según su fuente [Figura]. Guía No. 2. Para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos http://rfd.org.ec/biblioteca/pdfs/LG-056.pdf

- Flores, D. (2003). Clasificación generalizada de los residuos orgánicos [Figura]. Guía No. 2. Para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos. http://rfd.org.ec/biblioteca/pdfs/LG-056.pdf

- Flores, D. (2003). Residuos orgánicos recomendables para el compostaje. [Tabla]. Guía No. 2. Para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos. http://rfd.org.ec/biblioteca/pdfs/LG-056.pdf

- Deva. (2014). Cómo hacer compost [Figura]. Informaciones agronómicas. https://agronoticias2012.blogspot.com/2016/10/compostaje-casero-requerimientos.html

- Ubicación plaza de mercadeo social la 28 Ibagué-Tolima. (s. f.). [Figura]. Google Maps. Recuperado de: https://www.google.com/maps

- Generación de residuos sólidos municipales en américa latina y el caribe, algunas áreas metropolitanas y ciudades con más de 2 millones de habitantes [Tabla]. https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Diagn%C3%B3stico-de-la-

situaci%C3%B3n-del-manejo-de-residuos-s%C3%B3lidos-municipales-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe.pdf

- Román, P., Martínez, M. (2013). Fases del compostaje con Temperatura °C y pH. [Tabla] Manual de compostaje del agricultor. https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf

- Gómez Sabogal, B. (2017). Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el "área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables" del jardín botánico José Celestino Mutis. Disponible en: http://www.jbb.gov.co/documentos/tecnica/2018/Brayan-Gomez-diseno-implementacion.pdf

- Cardona Álzate, Carlos Ariel, Sánchez Toro, Óscar Julián, Ramírez Arango, Julián Andrés, Álzate Ramírez, Luis Eduardo. Biodegradación de residuos orgánicos de plazas de mercado. Revista Colombiana de Biotecnología [en línea]. 2004, VI(2), 78-89[fecha de Consulta 20 de Octubre de 2020]. ISSN: 0123-3475. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77660211

- Ramírez Jaramillo, Jorge Andrés. Diseño de un sistema para la aplicación de logística inversa en el proceso de reciclaje de baterías plomo ácido enfocado a la optimización de recursos y correcto manejo del material reciclado [en línea] 2014. Trabajo de grado. Recuperado de: Repositorio de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil [fecha de Consulta 20 de octubre de 2020]. Disponible en: http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/2218

- López Rivera, Natalia Clelia. Propuesta de un programa para el manejo de los residuos sólidos en la plaza de mercado Cereté - Córdoba. Recuperado de la Pontificia Universidad Javeriana [en línea]. 2009, [fecha de Consulta 20 de octubre de 2020]. Disponible en: https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/6132

- Cadena Díaz, Iván Darío, Hermosa Cruz, Juan Paulo, Pardo Rozo, Yelly Yamparli. Percepción del manejo de residuos sólidos en la Plaza de Mercado La Concordia Florencia, Caquetá. Recuperado de: Revista FACCEA. Artículo de Investigación. Volumen 7, número 1, pp: 67-73. [en línea]. 2009, [fecha de Consulta 20 de octubre de 2020]. Disponible en: https://core.ac.uk/reader/288215170

- Castillo Hermida, Hernando, Arrieta Loyo, Gabriela. Plazas de mercado en Bogotá, generadoras de residuos y desarrollo. Recuperado de: Congreso nacional del medio ambiente [en línea]. Artículo de Investigación. 2014, [fecha de Consulta 20 de octubre de 2020]. Disponible en: https://www.conama.org/conama/download/files/conama2014/CT%202014/1896711446.pdf

- Palmo Rodríguez, Yaimara. Aplicación del procedimiento para la logística inversa de los residuos sólidos generados en PyMITH cubanas en el hotel “Playa Coco”. Recuperado de: Repositorio institucional UCLV [en línea]. 2014, [fecha de Consulta 20 de octubre de 2020]. Disponible en: https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/5487

- Betancourt Molina, Doralia, Betancourt Molina, Nydia. Propuesta de implementación de la logística inversa para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos, caso plaza de mercado de la localidad de los mártires de la ciudad de Bogotá [en línea] 2016. Trabajo de Grado. Recuperado de: Repositorio Institucional - IBERO [fecha de Consulta 20 de octubre de 2020]. Disponible en: https://core.ac.uk/download/pdf/286767791.pdf

- Apaza Huanca, Jorge Milton. Aplicación de la logística inversa en la Universidad Alas Peruanas como beneficio económico e impacto en la mitigación ambiental de la sociedad, Arequipa, 2016 [en línea] 2017. Recuperado de: Repositorio de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa [fecha de Consulta 20 de octubre de 2020]. Disponible en: http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2822

- Castro Parada, Helen Johanna, Mojica Ortiz, Luz Nancy, Oviedo Cárdenas, Paola Andrea. Estudio de viabilidad de mercado en la sabana de Bogotá para la elaboración de un fertilizante a base de desperdicios orgánicos de Corabastos [en línea] 2015. Recuperado de: Repositorio de la Universidad Uniminuto [fecha de Consulta 20 de octubre de 2020]. Disponible en: https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/3913

- Mesjasz-Lech, A., 2018. Reverse Logistics Of Municipal Solid Waste – Towards Zero Waste Cities. [ebook] Częstochowa, Poland: ELSEVIER. Available at: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.unibague.edu.co/science/article/pii/S235214651930122X> [Accessed 22 October 2020].

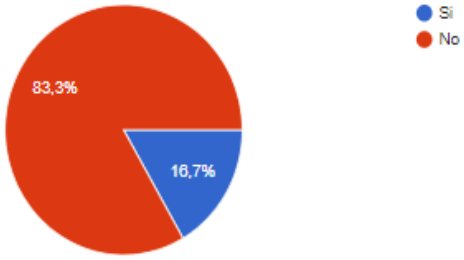
- Bottani, E., Vignali, G., Mosna, D. and Montanari, R., 2019. Economic And Environmental Assessment Of Different Reverse Logistics Scenarios For Food Waste Recovery. [ebook] Parma, Italy. Available at: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.unibague.edu.co/science/article/pii/S235255091930154X> [Accessed 22 October 2020].
- Hao-nan, G., Shu-biao, W., Ying-jie, T,. Jun, Z., Hong-tao, L,. Application of machine learning methods for the prediction of organic solid waste treatment and recycling processes: A review. [ebook] China. Available at: https://www-sciencedirect-com.ezproxy.unibague.edu.co/science/article/pii/S0960852420313882

9.Anexos

Anexo 1: Resultados tabulados de las encuestas.

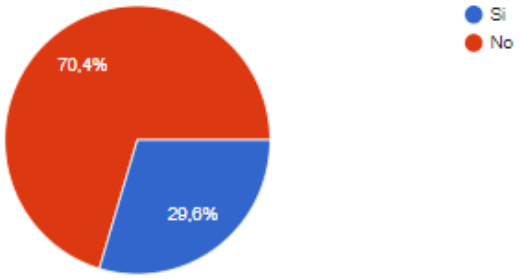
¿Conoce usted la problemática ambiental y social que genera el mal manejo de residuos orgánicos en la Plaza de Mercado la 28?

54 respuestas



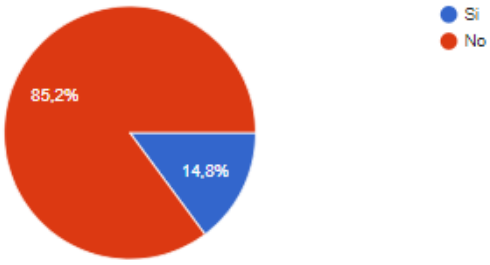
¿Utiliza usted los puntos ecológicos para la debida separación de residuos ?

54 respuestas



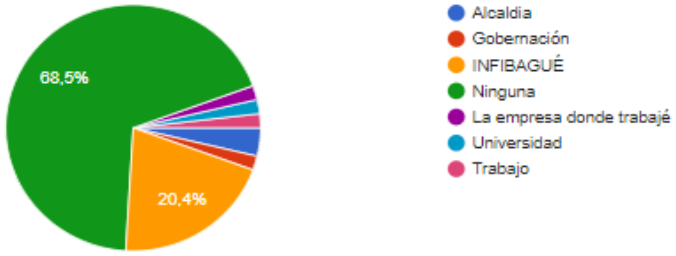
¿Conoce usted la actual resolución 2184 del 2019 "Código de Colores" para la separación de residuos a nivel nacional?

54 respuestas



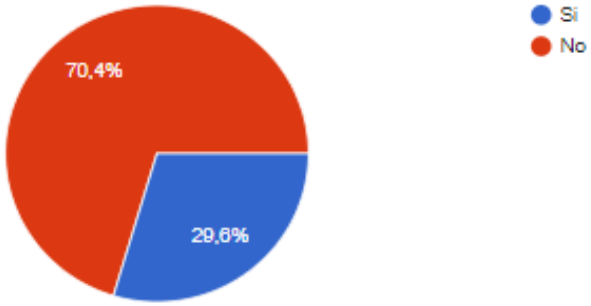
¿De qué entidad usted ha recibido algún tipo de capacitación sobre manejo de residuos?

54 respuestas



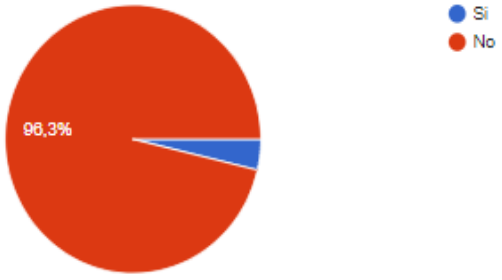
¿Sabe usted cómo se pueden aprovechar los residuos orgánicos?

54 respuestas



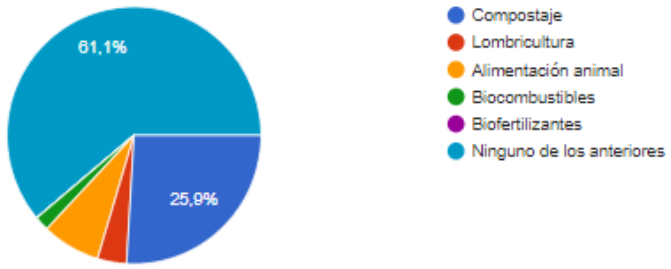
¿Considera usted que los puntos ecológicos que existen actualmente en la plaza de mercado de la 28 son suficientes?

54 respuestas



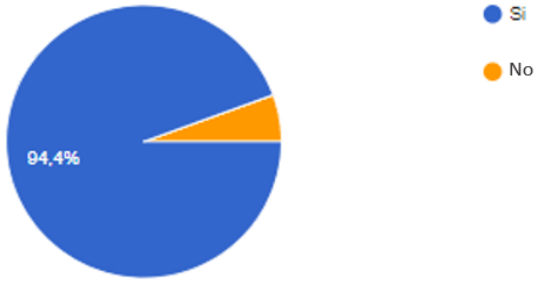
¿Cuál de las siguientes técnicas de aprovechamiento de los residuos orgánicos conoce?

54 respuestas



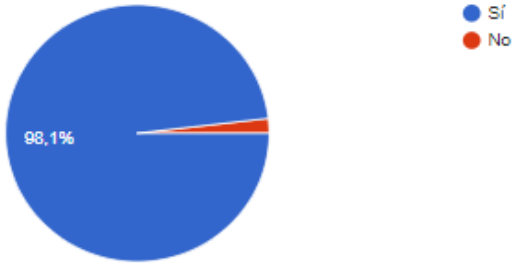
¿Le gustaría que se implementaran estrategias en las Plaza de Mercado de la 28 para aprovechar los residuos orgánicos?

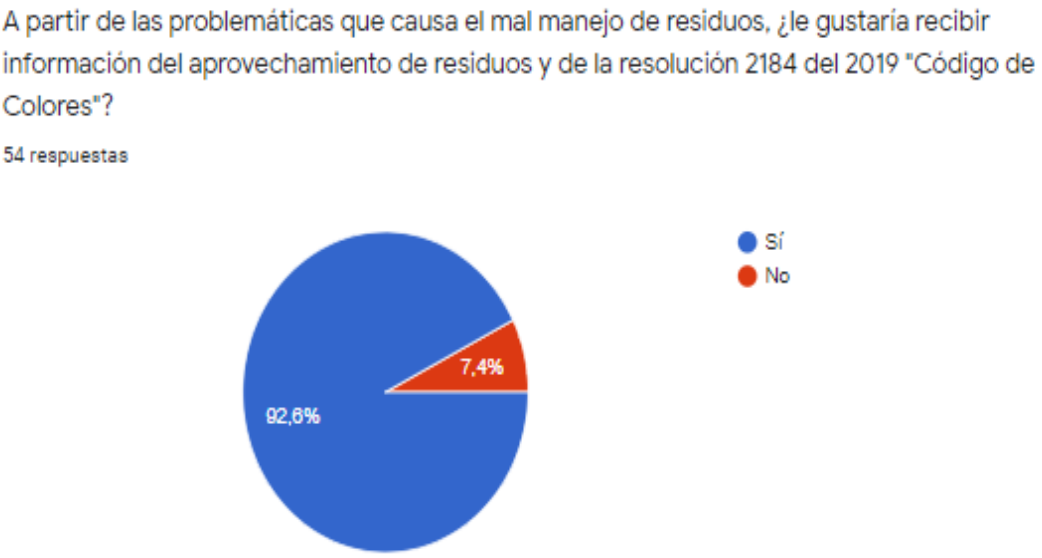
54 respuestas



¿Cree usted que el mal manejo de residuos de la plaza de mercado afecta su salud y la de otros comerciantes?

54 respuestas





Anexo 2: Visitas a la Plaza de Mercado la 28 de Ibagué-Tolima.



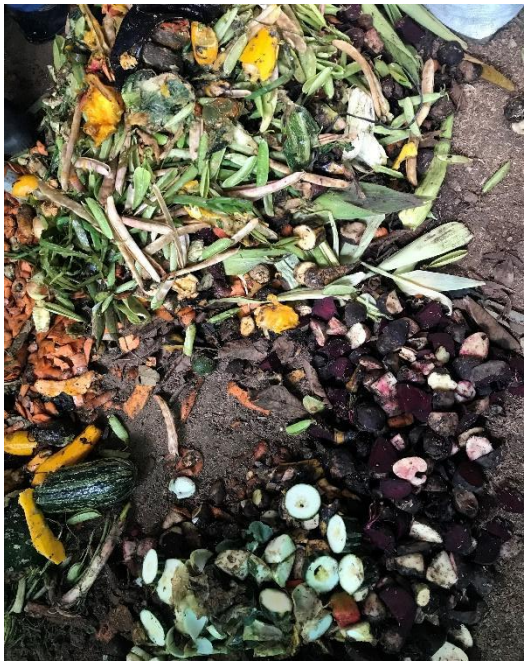


Anexo 3: Procedimiento del compostaje (Técnica de Aprovechamiento).

Semana 1.



Se picaron los residuos orgánicos recolectados en la PM28.



Residuos orgánicos picados.



Aplicación de estiércol en la mezcla.



Mezcla completa. Capas de hojas secas y residuos orgánicos.



Mezcla cubierta con plástico para evitar que caiga agua a la mezcla

Semana 2.



Mezcla del compostaje segunda semana.



Toma de temperatura a la mezcla



Compostaje mezclado

Semana 3.



Mezcla del compostaje tercera semana (ya se evidencian hongos)



Hongos producidos por la mezcla



Compostaje mezclado.

Semana 4



Mezcla de compostaje cuarta semana.



Compostaje mezclado.

Semana 5.



Mezcla de compostaje quinta semana (se evidencia un poco humedad.



Compostaje mezclado.

Semana 6.



Humedad del compostaje en la semana número seis.



Compostaje mezclado.

Semana 7 - 8





Mezcla del compostaje séptima y octava semana (muy húmeda).

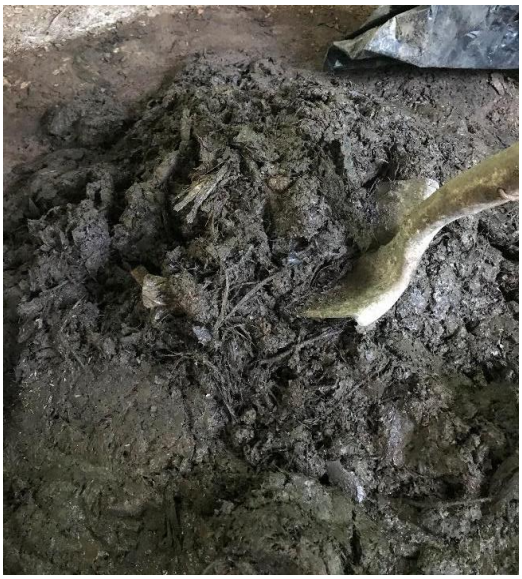
Semana 9.





Mezcla del compostaje novena semana

Semana 10



Compostaje semana 10 (la mezcla no posee tanta humedad)

Semana 11-12-13-14-15-16



Mezcla del compostaje (ya no posee humedad).
Inicia la etapa de maduración

Semana 17



Obtención de abono 100% orgánico



Semillas de *Helianthus annus* L. Girasol Domino (amarillo



Características de las semillas de *Helianthus annus* L. Girasol Domino.



Siembra semillas con abono orgánico y con tierra.

Semana 18-19



Primera semana de crecimiento de Helianthus annus L. Girasol Domino (amarillo)
Sembrado con Abono



Segunda semana de crecimiento de Helianthus annus L. Girasol Domino (amarillo)
Sembrado con Abono



Primera semana de crecimiento de Helianthus annus L. Girasol Domino (amarillo)
Sembrado con tierra.



Primera semana de crecimiento de Helianthus annus L. Girasol Domino (amarillo)
Sembrado con tierra.

Anexo 4: Diseño de entregable Resolución 2184 del 2019 “Código de Colores”.



Diseño del entregable (folleto).



Entregable impreso.

Anexo 5. Certificado de participación en la Semana de Investigación Universitaria de la Universidad de Ibagué SIU 2021.



Semana de Investigación Universitaria SIU 2021

Universidad de Ibagué

PERSONERÍA JURÍDICA RESOLUCIÓN No. 1897 DE 1981 DEL MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA

Certifica que

Laura Daniela Fernández Villarraga

Con documento de identidad

Con C.C. 1.234.643.528

Participó como ponente en la Semana de Investigación Universitaria celebrada en Ibagué,
el 2 y el 3 de diciembre de 2021.

Lida Marcela Franco Pérez
Directora de Investigaciones

Dirección de Investigaciones | Universidad de Ibagué
Comprometidos con el desarrollo regional
Vigilada Mineducación

Semana de Investigación Universitaria SIU 2021

Universidad de Ibagué

PERSONERÍA JURÍDICA RESOLUCIÓN No. 1897 DE 1981 DEL MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA

Certifica que

Manuel Fernando Osorio Escobar

Con documento de identidad

Con C.C. 1.088.026.563

Participó como ponente en la Semana de Investigación Universitaria celebrada en Ibagué,
el 2 y el 3 de diciembre de 2021.

Lida Marcela Franco Pérez
Directora de Investigaciones

Dirección de Investigaciones | Universidad de Ibagué
Comprometidos con el desarrollo regional
Vigilada Mineducación