

**Prefactibilidad para la creación de una planta de compostaje y comercializadora de abono
orgánico**

Lissa Natalia Pallares Cardona

Lisbeth Daniela Aguirre Mejía

Asesor

Ms.c Martha Catalina Ospina Hernández

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería ECBTI
Ingeniería Industrial

2025

Resumen

Este estudio analiza la viabilidad técnica, económica y ambiental para establecer una planta de compostaje y comercialización de abono orgánico a partir de residuos agroindustriales, urbanos y rurales. La propuesta busca aprovechar estos residuos mediante tecnología adecuada para producir compost de alta calidad como alternativa a los fertilizantes químicos, mejorando la fertilidad del suelo y promoviendo la agricultura sostenible. Se evalúan los costos de implementación y operación de la planta, considerando su ubicación estratégica y el suministro continuo de materia prima. También se identifica una demanda creciente en los mercados agrícolas y hortícolas, proyectando beneficios económicos a mediano y largo plazo. La comercialización efectiva del abono será clave para posicionarlo como una opción competitiva. El proyecto contribuye a la sostenibilidad al reducir la mala gestión de residuos orgánicos y mitigar los impactos ambientales de los fertilizantes químicos. Además, la planta cumplirá con normativas ambientales estrictas. El compost mejora la calidad del suelo al aumentar su capacidad de retención de agua y nutrientes, beneficiando la productividad agrícola y reduciendo costos para los agricultores. El estudio abarca la demanda de mercado, costos operativos, tecnología óptima y aspectos legales. Finalmente, se destaca la importancia de estrategias de marketing para consolidar el compost como una alternativa viable. En conjunto, este proyecto representa un modelo de economía circular, integrando soluciones técnicas y ambientales para impulsar el desarrollo rural y la sostenibilidad a largo plazo.

Palabras claves: Prefactibilidad, Compostaje, Abono orgánico, Sostenibilidad, Gestión de residuos.

Abstract

This study analyzes the technical, economic, and environmental feasibility of establishing a composting plant and commercializing organic fertilizer from agro-industrial, urban, and rural waste. The proposal aims to utilize these waste materials through appropriate technology to produce high-quality compost as an alternative to chemical fertilizers, improving soil fertility and promoting sustainable agriculture. The study evaluates the costs of implementing and operating the plant, considering strategic location and the continuous supply of raw materials. Additionally, it identifies a growing demand in agricultural and horticultural markets, projecting medium- and long-term economic benefits. Effective commercialization of the organic fertilizer will be key to positioning it as a competitive option. The project contributes to sustainability by reducing the mismanagement of organic waste and mitigating the environmental impact of chemical fertilizers. Moreover, the plant will operate under strict environmental regulations. Compost improves soil quality by increasing its water and nutrient retention capacity, enhancing agricultural productivity, and reducing costs for farmers. The study covers market demand, operating costs, optimal technology, and legal aspects. Finally, it highlights the importance of marketing strategies to establish compost as a viable alternative. Overall, this project represents a circular economy model, integrating technical and environmental solutions to drive rural development and long-term sustainability.

Keywords: Pre-feasibility, Composting, Organic fertilizer, Sustainability, Circular economy, Waste management.

Tabla de Contenido

Introducción	8
Definición Inicial de la Idea de Negocio y Alcance	10
Justificación	12
Propuesta de Solución.....	14
Objetivos	15
Contenido del Trabajo.....	17
Estrategias para la Distribución	24
Portafolio de Productos y Analisis de Mercado.....	27
Evaluación del Impacto Ambiental Mediante la Reducción de Residuos	51
Conclusiones	56
Recomendaciones	60
Referencias Bibliográficas	65

Lista de Tablas

Tabla 1. <i>Cronograma de Actividades</i>	16
Tabla 2. <i>Valores base para la matriz de factores objetivos</i>	18
Tabla 3. <i>Matriz de factores objetivos</i>	18
Tabla 4. <i>Matriz de factores subjetivos</i>	19
Tabla 5. <i>Matriz de preferencia de los factores subjetivos con respecto a la localización.</i>	20
Tabla 6.	20
Tabla 7. <i>Matrices de preferencia de los factores subjetivos con respecto a las opciones de localización</i>	21
Tabla 8. <i>Matriz de cálculo del valor subjetivo correspondiente a cada opción de localización.</i>	22
Tabla 9. <i>Matriz de preferencias locacionales (MPL)</i>	22
Tabla 10. <i>Fijación del precio del producto por 25kg.</i>	26
Tabla 11. <i>Fijación del precio del producto por 2kg</i>	26
Tabla 12. <i>Ficha técnica del producto</i>	29
Tabla 13. <i>Propiedades físicas y químicas de abono orgánico</i>	31
Tabla 14. <i>Residuos obtenidos en el proceso industrial del café 1000gr</i>	35
Tabla 15. <i>Tipo de abonos orgánicos</i>	37
Tabla 16. <i>Balance de materia para la obtención de la formulación</i>	40
Tabla 17. <i>Inversiones para los dos primeros años de construcción del proyecto</i>	42
Tabla 18. <i>Periodos de depreciación.</i>	42
Tabla 19. <i>Ingresos por concepto de ventas</i>	43
Tabla 20. <i>Costos de materia prima de las unidades vendidas</i>	43

Tabla 21. <i>Análisis DOFA</i>	50
Tabla 22. <i>Contaminación de las aguas lixiviadas</i>	53

Lista de figuras

Figura 1. <i>Geolocalización de Ibagué</i>	23
Figura 2. <i>Estrategias para la distribución directa.</i>	24
Figura 3. <i>Estrategias para la distribución indirecta.</i>	25
Figura 4. <i>Logo</i>	28
Figura 5. <i>Diagrama de proceso</i>	33
Figura 6. <i>Composición abono orgánico mineral.</i>	39
Figura 7. <i>Nivel de producción</i>	44
Figura 8. <i>VPN contra tasa de interés de escenario pesimista</i>	45
Figura 9. <i>VPN contra tasa de interés de escenario realista.</i>	45
Figura 10. <i>VPN contra tasa de interés de escenario optimista.</i>	46
Figura 11. <i>VPN contra tasa de interés, sin zona franca.</i>	47
Figura 12. <i>VPN contra tasa de interés, $i: 14\%$</i>	47
Figura 13. <i>VPN contra tasa de interés, PV: \$40.000</i>	48
Figura 14. <i>VPN contra tasa de interés, PV: \$30.000</i>	48
Figura 15. <i>VPN contra tasa de interés, PV: \$20.000</i>	49

Introducción

La creciente problemática ambiental que se origina de la deficiente gestión de residuos orgánicos representa desafíos importantes para la sostenibilidad, tanto en contextos urbanos como en rurales. Esta situación es el punto de partida para desarrollar un estudio donde se plantea la prefactibilidad de crear una planta de compostaje y comercializadora de abono orgánico como una alternativa viable de poder transformar residuos agroindustriales, domésticos y rurales en productos con valor añadido que apoyen la agricultura sostenible. La propuesta se enmarca en la economía circular y busca reducir el desperdicio, maximizar el aprovechamiento de recursos orgánicos y contribuir a generar impactos positivos del proyecto, tanto ambientales como sociales y económicos.

En el transcurso del trabajo se van estudiando de forma integral los componentes técnicos, financieros, comerciales, ambientales y legales que se requieren para llevar a cabo el desarrollo del proyecto. Se identifican materias primas provenientes de diferentes orígenes - donde se incluyen residuos alimentarios, podas vegetales, cascarilla de café y se llega a definir el proceso de compostaje óptimo, partiendo de la tecnología semi-mecanizada y las prácticas sostenibles que se permitan. Además, se lleva a cabo un análisis elaborado y detallado de la localización, siguiendo el método de Brown Gibson, que contrasta la idoneidad de posibles ubicaciones, llegando a afirmar que la ciudad de Ibagué brinda las condiciones óptimas para implantar la planta, ofreciéndonos así las ventajas objetivas de coste operacional como subjetivas como calidad de vida, cultura regional y servicios públicos).

Desde el ámbito financiero, el análisis estudia diversas posibles proyecciones de inversión, gasto operativo y rentas; es decir, incluye un análisis de sensibilidad en función de los múltiples tipos de interés como de los diferentes niveles de explotación, también describe las

políticas de marketing, distribución y colocación de los abonos orgánicos BIOPOST destacando la diferenciación de los mismos por calidad y compromiso con el medio ambiente. En definitiva, el documento conlleva un modelo de negocio en el marco de la sostenibilidad y de la contribución al desarrollo rural, de la recuperación de suelos y de la reducción de huella ecológica a partir de la valorización de residuos orgánicos.

Definición Inicial de la Idea de Negocio y Alcance

El proyecto propuesto se centra en un estudio de prefactibilidad para crear y operar una planta de compostaje que gestione de manera eficiente los residuos orgánicos generados en zonas urbanas y rurales. Su objetivo es convertir estos residuos en abono orgánico de alta calidad, un producto de valor agregado que será comercializado en mercados agrícolas y hortícolas; con el cual se busca reducir la contaminación ambiental y el desperdicio de recursos, y fomentar prácticas agrícolas sostenibles y promover la economía circular. Además, se establecerá una comercializadora para distribuir el abono orgánico, creando una cadena de valor que impulse la sostenibilidad ambiental y el desarrollo económico de las comunidades involucradas.

Alcances del Proyecto

Evaluación Comercial

Obtener un producto que satisfaga las necesidades del mercado agrícola, garantizando confianza y calidad a través de servicios complementarios como capacitación o acompañamiento.

Establecer estrategias de mercado para definir formas efectivas de comunicación y comercialización del abono orgánico.

Diversificar el producto para ofrecer diferentes opciones a clientes con requisitos específicos.

Evaluación Técnica

Definir un proceso de compostaje eficiente, con variables y flujos claros.

Lograr un rendimiento del 60% en el proceso, mediante un adecuado balance de materia.

Calcular los requerimientos de producción, incluyendo materias primas, mano de obra y servicios industriales.

Determinar el tamaño y la ubicación de la planta para garantizar su funcionamiento óptimo.

Evaluación Financiera

Evaluar la viabilidad financiera del proyecto y calcular el capital necesario para la inversión.

Alcanzar utilidades mínimas del 25% de los ingresos.

Evaluación Ambiental

Reducir la cantidad de residuos orgánicos dispuestos inadecuadamente, que generan lixiviados y gases tóxicos, dándoles un valor agregado.

Disminuir en un 1% los residuos enviados al relleno sanitario, utilizando residuos orgánicos como materia prima principal.

Contribuir a la recuperación de suelos degradados y a la regulación del pH de los suelos.

Evaluación Social y Económica

Promover el desarrollo regional y disminuir las brechas sociales, generando al menos 10 empleos directos y mejorando la estabilidad económica de las familias involucradas.

Reducir la necesidad de importar abono, incentivando la producción local.

Satisfacer a los consumidores al ofrecer un producto que contribuye positivamente al medio ambiente y mejora la calidad de los cultivos.

Fomentar un cambio cultural hacia prácticas sostenibles que impacten en la lucha contra el cambio climático. (Osorio Trujillo, 2017)

Este proyecto representa una solución integral para la gestión de residuos orgánicos, que combina beneficios ambientales, económicos y sociales. Al impulsar la economía circular, contribuye significativamente al desarrollo sostenible de las comunidades rurales y urbanas.

Justificación

Actualmente, existen grandes problemáticas medioambientales debido a diversos factores, siendo el más relevante el gran volumen de residuos orgánicos generados tanto en el ámbito doméstico como industrial. La inadecuada disposición de estos residuos contribuye a la contaminación del aire y el agua, la emisión de gases tóxicos y el incremento del efecto invernadero, lo que afecta negativamente el equilibrio ecológico.

El manejo incorrecto de los residuos rompe con el equilibrio ecológico y dinámico del medio ambiente, principalmente debido a la falta de tratamiento o aprovechamiento de los mismos. La carencia de actividades de reciclaje y reutilización, sumada a la escasa cultura ambiental, impide la reducción de residuos sólidos en su fuente.

A lo largo del tiempo, la explotación de recursos naturales ha generado grandes cantidades de residuos, que en muchos casos no son aprovechados en ninguna etapa de la cadena de abastecimiento, especialmente en la distribución y el consumo. En hogares, restaurantes, cafeterías, supermercados y otros puntos de consumo, el desperdicio es considerable, con un alto impacto en los países industrializados, donde los minoristas y consumidores son los principales responsables de desechar alimentos comestibles.

En países industrializados, la producción per cápita de residuos sólidos es de aproximadamente 1,5 kg por habitante al día, de los cuales entre el 30% y 50% son aprovechables. En países en vías de desarrollo con ingresos medios, la producción per cápita es de 0,9 kg por habitante al día, con un 20% a 30% de aprovechamiento. En países en vías de desarrollo con ingresos bajos, la producción per cápita es de 0,6 kg por habitante al día, siendo entre el 10% y 20% los residuos aprovechables. (Otiniano et al., 2006)

En Colombia, la situación es particularmente crítica, ya que no existe una política

eficiente de gestión de residuos. La disposición de los desechos se realiza principalmente mediante acumulación en rellenos sanitarios. De los residuos generados, el 61,5% corresponde a materia orgánica, lo que representa una carga significativa en los rellenos sanitarios. Este enfoque no solo limita la capacidad de los rellenos, sino que también desperdicia el potencial de generación de energía y nutrientes que podrían ser aprovechados para la recuperación de suelos.

Propuesta de Solución

El Compostaje

Una alternativa viable para reducir los desperdicios mencionados es la implementación de compostaje. El compostaje es una solución biotecnológica que ha ganado relevancia en los últimos años, permitiendo la transformación de materiales orgánicos, tanto agroindustriales como domésticos, en un producto estabilizado rico en nutrientes. Este proceso beneficia la estructura del suelo y regula su pH, lo que promueve prácticas de agricultura ecológica.

El compostaje no solo ayuda a mejorar la calidad del suelo, sino que también contribuye a la creación de modelos agrícolas sostenibles, indispensables para alimentar al mundo. En este contexto, es fundamental realizar una evaluación integral de la rentabilidad del proyecto, considerando sus componentes comerciales, técnicos, financieros, ambientales y económicos, para determinar su viabilidad. (Román et al., 2013)

La implementación de una planta de compostaje en Colombia no solo permitirá la reducción significativa de los residuos orgánicos y el alivio de los rellenos sanitarios, sino que también contribuirá a la sostenibilidad ambiental, mejorando la calidad de los suelos y generando un impacto positivo en las comunidades locales. El compostaje es, sin duda, una solución clave para enfrentar los desafíos ecológicos y promover un futuro más sostenible.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar la viabilidad e impacto de la creación de una empresa de abono orgánico a partir de desechos, mediante un análisis integral de los aspectos económicos, sociales, ambientales y técnicos, con el fin de promover la sostenibilidad, generar beneficios económicos y sociales, y contribuir al manejo adecuado de residuos.

Objetivos Específicos

Diseñar estrategias comerciales mediante el análisis del mercado, identificando competidores, estimando la demanda de abono orgánico, definiendo un portafolio de productos y estableciendo una cadena de suministro que optimice la producción y distribución.

Determinar el proceso óptimo de compostaje mediante la caracterización de residuos orgánicos, la comparación de tecnologías, la definición de parámetros operativos clave y el análisis de balances de materia y energía necesarios para el funcionamiento eficiente de la planta.

Analizar la viabilidad económica del proyecto mediante el cálculo de costos de inversión inicial, proyecciones financieras con indicadores como VPN y TIR, y la estimación del capital requerido para operar las diferentes áreas de la planta.

Evaluar el impacto ambiental del proyecto midiendo la reducción de residuos enviados a rellenos sanitarios y los efectos de los residuos generados durante el compostaje, así como su contribución a la generación de empleo y la capacitación para sensibilizar a la comunidad sobre el manejo adecuado de residuos.

Tabla 1.
Cronograma de Actividades

ACTIVIDADES	SEMANAS														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Actividad 1: Consultar las diferentes compañías que producen y comercializan el producto a nivel nacional e internacional.	■	■													
Actividad 2: Realizar un estudio de mercado analizando la oferta y demanda.	■	■	■												
Actividad 3: Definir la capacidad de la planta y el volumen de producción de abono orgánico, así como la ubicación estratégica.		■	■	■											
Actividad 4: Definir los proveedores de materias primas, así como el sistema de distribución y la cadena de valor de la compañía.		■	■	■	■	■									
Actividad 5: Determinar a partir de una revisión bibliográfica el mejor canal de distribución y comercialización del abono.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Actividad 6: Crear un portafolio de productos de acuerdo a las necesidades de los clientes.		■	■	■	■	■	■	■	■						
Actividad 7: Realizar una revisión bibliográfica sobre la formulación y el proceso empleado.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Actividad 8: Definir los residuos orgánicos que se van a emplear y realizar una caracterización de los mismos para composición.				■	■	■	■	■							
Actividad 9: Realizar un diagrama de flujo del proceso, incluyendo las condiciones de operación.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Actividad 10: Obtener los balances de materia y energía del proceso y determinar el tiempo del proceso, los fluidos de servicio empleados y el consumo energético de la planta.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Actividad 11: Determinar la ubicación del proyecto con el método de Brown Gybson.							■	■	■	■					
Actividad 12: Realizar una revisión bibliográfica de los costos de equipos de operación, materias primas y fluidos de servicios requeridos por el proceso.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Actividad 13: Calcular el valor presente neto (VPN) y el valor de la tasa interna de retorno (TIR).										■	■	■			
Actividad 14: Realizar un análisis de sensibilidad, con el objetivo de identificar los posibles escenarios del proyecto de inversión.										■	■	■	■		
Actividad 15: Realizar una revisión bibliográfica del impacto ambiental que podría generar la planta.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Actividad 16: Realizar diseños estructurales para disponer de manera adecuada las corrientes de lixiviados.												■	■	■	■
Actividad 17: Búsqueda en la literatura de las normativas ambientales vigentes.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Actividad 18: Realizar una evaluación del impacto ambiental.												■	■	■	■

Nota. Esta tabla muestra el cronograma de actividades de la propuesta de solución. *Fuente.* Elaboración Propia.

Contenido del Trabajo

Estrategias de Mercado, Portafolio de Productos, Producción y Distribución

Diagnóstico del Sector, Ubicación del Emprendimiento y el Mercado

Con el fin de evaluar las 3 opciones de localización (Popayán, Ibagué y Manizales), e identificar cual ofrece las mejores condiciones para instalar la planta; se emplea el método de Brown Gybson para lo cual se seleccionan los siguientes factores objetivos y subjetivos:

Factores Objetivos

Costo de transporte; Costo de agua; Costo de energía; Impuestos y Mano de obra

Factores Subjetivos

Clima; Condiciones de vida; Zona franca; Cultura regional; Disponibilidad de servicios públicos (Proyecto 3R, s.f.)

Los factores objetivos tienen gran relevancia en el proceso ya que representan los costos mensuales o anuales más importantes en una industria. La distancia y el transporte desde la ubicación de la planta hasta su punto de distribución y venta, en este caso Bogotá, generan costos y estos se verán en los balances financieros. El costo de agua y de energía hace que el proceso sea más costoso o económico, ya que este es utilizado tanto en el proceso, o como fluido de servicio. Los impuestos varían de acuerdo con la ubicación de la empresa, reduciendo o aumentando los costos anuales si se encuentra en zona franca o no, respectivamente. La mano de obra aumentaría los costos operacionales de la planta dependiendo del lugar donde se ubique, ya que este factor se ve relacionado a factores sociales.

Los factores subjetivos son de tipo cualitativo, pero afectan de manera significativa el funcionamiento de la empresa. El clima afecta de manera directa el producto, el transporte y el consumo y con ellos los costos operacionales. Las condiciones de vida de los trabajadores

influyen con la eficiencia de su trabajo y así con la operación óptima del proceso. La ubicación en zona franca además de contribuir en la disminución de impuestos también aporta otros beneficios en cuanto a exportaciones, procesamientos parciales y venta del producto en el interior del país. Los otros 2 factores también son de gran importancia y se relacionan con factores sociales en la aceptación del proyecto y la calidad de vida de las personas, así como en la realización del proceso. (Ansorena et al., 2011). Para la matriz de factores objetivos se tomaron los siguientes valores base de la tabla N°1 para el cálculo de los costos:

Tabla 2.

Valores base para la matriz de factores objetivos.

Cantidad Producto y MP para Flete, TM	Consumo de agua potable, m ³	Consumo Energía, kWh	Valor Base de Utilidad para Cálculo Impuesto a la renta, \$ COP	SMMLV, \$ COP	
10	350	1.000	2.000.000	1'423.500	
	Zona Franca	Imp Renta, % Útil	Índice Costo Vida	Costo agua potable, m ³	Costo energía eléctrica, kWh
Popayán	SI	15%	1,0216	\$1.316	539
Ibagué	SI	15%	1,0368	\$1.820	504
Manizales	NO	39%	1,0382	\$2.814	540

Nota. Se tomaron los anteriores valores base de la Tabla 1 para el cálculo de los costos. *Fuente.*

Elaboración Propia.

Tabla 3.

Matriz de factores objetivos

Matriz de factores objetivos								
Opción de localización	Costo transp. Producto	Costo agua potable	Costo energía eléctrica	Valor imp renta	Costo mo	Costo total, ct	1/CT	VLR Cada/Opción
POPAYÁN	831.340	460.600	2.156.000	300.000	846.003	4.593.943	0,0000002177	34,50%
IBAGUE	459.910	636.828	2.016.561	300.000	858.590	4.271.890	0,0000002341	37,10%
MANIZALES	798.210	984.900	2.160.000	780.000	859.750	5.582.860	0,0000001791	28,39%
Total						\$14.448.694	0,00000063	100%

Nota. Como se observa en la matriz de factores objetivos la mejor localización teniendo en cuenta únicamente costos de transporte, agua, energía, impuestos y mano de obra es Ibagué seguido de Popayán y por último Manizales. *Fuente.* Elaboración Propia.

Tabla 4.*Matriz de factores subjetivos*

Matriz de preferencias pareadas		
	Comparación pareada	Preferencia
1	Clima - Condiciones de vida	Condiciones de vida
2	Clima - Zona franca	Zona franca
3	Clima - Cultura regional	Cultura regional
4	Clima - Disponibilidad servicios públicos	Disponibilidad de servicios públicos
5	Condiciones de vida - Zona Franca	Zona franca
6	Condiciones de vida - Cultura regional	Cultura regional
7	Condiciones de vida - Disponibilidad servicios públicos	Disponibilidad de servicios públicos
8	Zona franca - Cultura regional	Zona franca
9	Zona franca - Disponibilidad servicios públicos	Zona franca
10	Cultura regional - Disponibilidad servicios públicos	Cultura regional

Nota. Esta tabla muestra la matriz de factores subjetivos. *Fuente.* Elaboración Propia.

Tabla 5.

Matriz de preferencia de los factores subjetivos con respecto a la localización.

Matriz de preferencia de los factores subjetivos con respecto a las opciones de localización			
Factor locacional subjetivo	Localidades con mejores condiciones		
	PPY y IBE	PPY y MZL	IBE y MZL
Clima	PPY	=	MZL
Condiciones de vida	IBE	MZL	MZL
Zona Franca	=	PPY	IBE
Cultura regional	=	MZL	MZL
Disponibilidad servicios públicos	=	=	=

Nota. Esta tabla muestra la matriz de preferencia de los factores subjetivos con respecto a la localización. *Fuente:* Elaboración propia.

Tabla 6.

Matriz índice de importancia relativa de cada factor locacional subjetivo

Matriz índice de importancia relativa de cada factor locacional subjetivo												
Factor locacional subjetivo	Comparaciones pareadas										Sumatoria preferencias	Índice de importancia relativa
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Clima	0	0	0	0							0	0,0%
Condiciones de vida	1				0	0	0				1	10,0%
Zona franca		1			1		1	1			4	40,0%
Cultura regional			1		1		0		1		3	30,0%
Disp. Ss. Públicos				1		1		0	0		2	20,0%
Total											10	100,0%

Nota. Esta tabla muestra la matriz índice de importancia relativa de cada factor locacional subjetivo. *Fuente:* Elaboración propia.

Tabla 7.

Matrices de preferencia de los factores subjetivos con respecto a las opciones de localización

Matrices de preferencia de los factores subjetivos con respecto a las opciones de localización					
Opción de localización	Clima			Sumatoria de preferencias	Índice de importancia relativa
	Ppy y ibe	Ppy y mzl	Ibe y mzl		
Popayan	1	1		2	50,0%
Ibague	0		0	0	0,0%
Manizales		1	1	2	50,0%
Total				4	100,0%
Opción de localización	Condiciones de Vdía			Sumatoria de preferencias	Índice de importancia relativa
	Ppy y ibe	Ppy y mzl	Ibe y mzl		
Popayan	0	0		0	0,0%
Ibague	1		0	1	33,3%
Manizales		1	1	2	66,7%
Total				3	100,0%
Opción de localización	Zona franca			Sumatoria de preferencias	Índice de importancia relativa
	Ppy y ibe	Ppy y mzl	Ibe y mzl		
Popayan	1	1		2	50,0%
Ibague	1		1	2	50,0%
Manizales		0	0	0	0,0%
Total				4	100,0%
Opción de localización	Cultura regional			Sumatoria de preferencias	Índice de importancia relativa
	Ppy y ibe	Ppy y mzl	Ibe y mzl		
Popayan	1	0		1	25,0%
Ibague	1		0	1	25,0%
Manizales		1	1	2	50,0%
Total				4	100,0%

Nota. Esta tabla muestra la Matrices de preferencia de los factores subjetivos con respecto a las opciones de localización. *Fuente:*

Elaboración propia.

Tabla 8.

Matriz de cálculo del valor subjetivo correspondiente a cada opción de localización.

Matriz de cálculo del valor subjetivo correspondiente a cada opción de localización						
Opción localiz.	Factores locacionales subjetivos					Índice de importancia relativa de los factacroses locacionales subjetivos
	Clima	Cond. Vida	Zona franca	Cultura reg.	Disp. Ss. Públicos	
Popayan	0,5	0%	50%	0,25	33%	34,2%
Ibague	0	33%	50%	0,25	33%	37,5%
Manizales	0,5	67%	0%	0,5	33%	28,3%
Vr de comparaciones pareadas	0	0,1	0,4	0,3	0,2	100,0%

Nota. Como se observa en la matriz de cálculo del valor subjetivo Tabla 7 correspondiente a cada opción de localización, Ibagué es la mejor ciudad para ubicar el proyecto teniendo en cuenta factores como clima, condiciones de vida, zona franca, cultura regional y disponibilidad de servicios públicos. *Fuente:* Elaboración propia.

Tabla 9. Matriz de preferencias locacionales (MPL)

Matriz de preferencias locacionales (mpl)			
Localización	FACT. LOC. OBJ.	FACT. LOC. SUBJ.	MPL %
Popayan	34,5%	34,2%	34,4%
Ibague	37,1%	37,5%	37,2%
Manizales	28,4%	28,3%	28,4%

Nota. Con la matriz de preferencias locacionales Tabla 8 se determinó la mejor ciudad para ubicar el proyecto, se le dio una relación de importancia de 3:1 a los factores objetivos y subjetivos respectivamente. *Fuente:* Elaboración propia.

Teniendo en cuenta lo anterior, la mejor ciudad para localizar el proyecto es Ibagué ya que representa que es un lugar en el cual tanto los factores objetivos como los subjetivos la favorecen para este tipo de proyectos, seguido de Popayán y Manizales. (Icontec, s.f.)

Ubicación

Ibagué

El modelo de desarrollo económico para el municipio de Ibagué está orientado a producir un cierre de brechas sociales y económicas para la zona urbana y rural y para sus habitantes. Se adopta un modelo de desarrollo económico endógeno a partir de las ventajas comparativas como la ubicación geográfica, la topografía variada, la fertilidad de los suelos, el abanico de climas, la oferta hídrica y una amplia gama de productos y servicios potenciales; y de las ventajas relativas como una importante fuerza laboral capacitada, infraestructura vial de cuarta generación que conecta con los principales mercados consumidores, asociatividad con la RAPE, que constituye el mayor mercado consumidor del país. El modelo se estructura a partir de las potencialidades productivas relevantes como la agricultura, el turismo, la agroindustria, la logística y los servicios como el comercio, la educación y la salud.

Figura 1.

Geolocalización de Ibagué



Nota. Imagen de referencia de geolocalización de Ibagué. *Fuente:* Google Maps

Ubicación del mercado meta: El producto, inicialmente se distribuirá en la ciudad de Bogotá, por la facilidad de distribución que tiene Bogotá en comparación de otras ciudades; luego se buscara una ampliación del mercado otras ciudades claves como Cali y Medellín.

Estrategias para la Distribución

Tipos de Distribución

Directa

La planta, principalmente, realizará el proceso de venta del producto con productores, en este caso los consumidores, enfocándose en la venta de productos de valor agregado con especificaciones dependiendo del tipo de cultivos. Para ello, ofertará diversos medios de contacto entre el cliente y la planta, como teléfono, correo y/o página web, facilitando de esta forma las relaciones de compra del producto. Además de poder proporcionar buenos precios de compra a los clientes fieles.

Figura 2.

Estrategias para la distribución directa.



Fuente. Autoría propia

Por otro lado, también se incluirá, la ayuda de intermediarios con el fin de tener una mayor cobertura en el mercado.

Indirecta

A diferencia de anterior las ventas se realizan a través de uno o varios intermediarios. Eso

con el fin de poder dar a conocer el producto a en el mercado y de hacerlo más accesible a los consumidores finales.

Figura 3.

Estrategias para la distribución indirecta.



Fuente. Autoría propia

Cobertura

La estrategia de distribución principal de la empresa es la intensiva, en donde se trata de llegar a todos los puntos de venta que sean posibles, con el fin de estar presente en prácticamente los mismos mercados que los competidores y además de que el producto esté al alcance de todos, lo que hace más accesible su compra. En el futuro, se esperaría tener una estrategia de distribución selectiva, para tener un número inferior de intermediarios y poder diferenciar el producto por su servicio post venta y establecer una alta calidad y prestigio al mismo.

Medios de transporte: La empresa realizará el transporte del abono orgánico con una empresa de camiones especializada.

Precio

En la fijación del precio del producto Tabla N°9 se debe considerar la competitividad que este va a tener en el mercado con relación a los productos sustitutos y los de la competencia por lo cual se tendrá en consideración no sobrepasar los precios de los productos sustitutos ni similares, además de conservar los estándares de calidad.

Tabla 10.

Fijación del precio del producto por 25kg.

Marca / Empresa	Ubicación	Presentación	Precio (\$COP)	Precio por 25Kg
NN	Suba (Bogotá DC)	30 kg	60.000	50.000
Fulvat Organic	Palmira	30 kg	77.000	64.167
Abingra	Bucaramanga	50 kg	85.000	42.500
Humus de lombriz	Yopal (Casanare)	30 kg	239.999	199.999
M.E.N	Unguía (Choco)	30 kg	48.000	40.000
Humus de lombriz	Suba (Bogotá DC)	10 kg	22.800	57.000

Nota. Tabla propia de la fijación del producto por 25kg en las diferentes empresas de

competencia. *Fuente.* Elaboración propia

Tabla 11.

Fijación del precio del producto por 2kg

Marca / Empresa	Ubicación	Presentación	Precio (\$COP)	Precio por 2 Kg
Agro humus	Bogotá DC	1 kg	4.990	9.980
NN	Suba (Bogotá DC)	1 kg	4.400	8.800
Emporio	Medellín (Antioquia)	2 kg	2.500	2.500
Fulvat Organic	Palmira	1 kg	5.500	11.000
Humus de lombriz	Suba (Bogotá DC)	1 kg	2.500	5.000
Humus de Coleóptero	Ibagué (Tolima)	1 kg	5.000	10.000
Hidrohuertas	Floridablanca (Santander)	1 kg	2.300	4.600

Nota. Tabla propia de la fijación del producto por 2kg en las diferentes empresas de

competencia. *Fuente.* Elaboración propia

En las tabla 9 y 10 se resumen los precios de humus o abono orgánico sólido para diferentes compañías, los cuales fueron recolectados de la plataforma “mercado libre”.

Realizando un análisis de las empresas y los precios encontrados en la plataforma, se puede concluir que en el mercado se puede encontrar una gran variedad de precios, pero ellos dependen directamente de la calidad del compost y los métodos utilizados, ya sea por lombricultura o compostaje.

A partir de una comparación de precios en el mercado y otros factores se propone un

precio tentativo para la venta de abono orgánico de COP \$ 60.000 para la presentación de 25kg y de COP \$ 7.000 para la presentación de 2kg, teniendo en cuenta que esto puede variar ya que no se ha realizado un análisis de costos.

Portafolio de Productos y Analisis de Mercado

A partir de una comparación de precios en el mercado y otros factores se propone un precio tentativo para la venta de abono orgánico de COP \$ 60.000 para la presentación de 25kg y de COP \$ 7.000 para la presentación de 2kg, teniendo en cuenta que esto puede variar ya que no se ha realizado un análisis de costos.

Estrategias de Promoción

Ofrecer cupones o vales de descuento, con el fin de motivar a una siguiente compra.

Por la compra de por lo menos 4 bultos de 25 kg se le entregara un cupón con el cual tendrá el 10% de descuento es la próxima compra. Dar descuentos por volumen, con el objetivo de estimular a los clientes a que compren mayores cantidades de producto. Por 200 kg de abono orgánico se realiza un descuento del 10 % en la compra. Presentar un precio especial de lanzamiento, el cual sería de COP \$ 55.000 para las primeras dos semanas, con el fin de atraer clientes potenciales y adquirir una porción del mercado.

Estrategias de Comunicación

Enfoque de comunicación: El enfoque es acerca del acompañamiento y comunicación postventa de los productos que la empresa ofrece. Este esfuerzo se concentrara en los usuarios más importantes, es decir a los consumidores más representativos.

Creación de un logotipo: Se crea un logo con el fin de identificar de manera única la empresa y con ella, los productos que ofrece.

Figura 4.*Logo**Fuente:* Autoría propia.***Elaboración de una Campaña Publicitaria***

Elemento de gran importancia que tiene como objetivo dar a conocer el producto al público por diferentes medios para impulsar las ventas y comunicar de la empresa o marca usando la publicidad.

Posicionamiento Comercial / Lema Publicitario

Se crea con el fin de motivar su compra o uso, diferenciar el producto de la competencia, y buscar posicionamiento en la mente del consumidor (CreceNegocios, 2003)

BIOPOST: Del campo y la ciudad para la tierra.

Costos

Para el desarrollo de las estrategias de comunicación se debe contratar a un equipo especializado en este campo, ya que la comunicación es parte clave del éxito de un producto, y de hecho a través de ella se muestra al mercado la imagen de la empresa, lo que permite posicionarse de manera más competitiva (Gómez Tejada, 2012); para ello se debe contar con un presupuesto claro detallado, que dependerá del tamaño, la utilidad y las necesidades de la empresa (Rockcontent, 2019).

Estrategias de Servicio

La atención al cliente es un elemento primordial en la empresa, ya que con ello se mantiene el éxito del proyecto y se amplía la cantidad de clientes (Cepymenews, 2018). Para lo

cual se deben tener claras unas estrategias que ayuden a fidelizar a los clientes: Definir políticas sobre el servicio al cliente; Ofrecer asesoramiento y ayuda de forma activa; Crear un programa de Fidelización de Clientes; Crear base de datos de los clientes con toda la información necesaria para tener un seguimiento apropiado; Utilizar estándares de medición; Realizar encuestas periódicas y fijas para medir el nivel de satisfacción del cliente.

Plan de Producción

Tiene como objetivo detallar cómo se van a fabricar los productos que se ha previsto vender. Se trata de conocer los recursos humanos y materiales que habrá que movilizar para llevar adelante la nueva empresa: El plan de producción contiene: Proceso de fabricación; Instalaciones, equipo y personal; Capacidad de producción; Proveedores; Aspectos legales. (MegaConsulting, s.f.)


Costos de Producción

Los costos de producción (también llamados costos de operación) son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento. Los costos que se van a tener en cuenta para la planta de compostaje son: Costo operativo; Costo de materias primas; Costo de equipos y requerimientos; Costos del compostaje; Costos del producto químico a utilizar; Costos de mano de obra; Costos de servicios; Costos de ventas y distribución; Costo de mantenimiento; Costo de seguros.

Tabla 12.

Ficha técnica del producto

Nombre del producto	Abono orgánico BIOPOST.
Descripción	Es un producto elaborado por medio de un proceso de compostaje que puede proporcionar o mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos contribuyendo de esta manera al desarrollo de una agricultura sostenible y responsable ya que existen diferentes requerimientos por parte de los cultivos y se puede retribuir con materia orgánica estabilizada proporcionada por el abono orgánico.

Procedencia	Los residuos que se utilizaran serán provenientes de servicios urbanos e industriales ya sean hogares, empresas y fincas.
Características	<p>Color: Café</p> <p>Textura: Franco poroso, sólido.</p> <p>Olor: Suave a tierra orgánica.</p>
Beneficios o cualidades	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de la capacidad calórica. - Agregación de partículas elementales. - Aumento de la capacidad hídrica y gaseosa. - Mejora el drenaje. - Reduce la erosión. - Aumenta la capacidad de retención de humedad. - Regula el pH. - Forma quelatos. - Aumenta la capacidad de intercambio catiónico. - Se transforma en ácidos húmicos y fúlvicos. - Mantiene disponibles los macro y microelementos.
Ingredientes	<ul style="list-style-type: none"> - Desperdicios de comida - Cascarrillas de café - Bobinaza, gallina, Equinasa. - Carbonato de calcio.
Diagrama de flujo	El diagrama del proceso se puede evidenciar en la imagen N°3.
Condiciones	Las condiciones del proceso de compostaje varían según la fase que este presentado, en el marco teórico se presentan las distintas condiciones de características físicas y químicas que debe pasar el abono orgánico, las cuales se muestran la calidad del compost finalmente como un producto de abono orgánico.
Tecnología	La tecnología que se usara en la planta de compostaje será semi-mecanizada, se utilizara la mano de obra, pero también de equipos especiales para el volteo y trituración tanto de residuos como producto terminado.
Características físico-químicas de producto terminado	Las características físico- químicas se muestran en la tabla N°12.
Almacenamiento o vida útil esperada	Se debe almacenar el producto en condiciones sanitarias donde no se encuentre expuesto directamente al medio (aire, luz, olores etc.), ni a la humedad ya que puede afectar microbiológicamente el producto. La vida útil del producto puede durar aproximadamente 2 años desde el tiempo de elaboración en condiciones adecuadas.
Características de empaque y embalaje	El empaque del producto será amigable con el medio ambiente se utilizará costales o papel Kraft extensible con varias capas de 1 a 3 pliegos de papel. El embalaje de las bolsas de 2 kg se podrá empacar en cajas de cartón y los bultos en almacenamiento como tal.
Presentación y diseño	
Tamaño	Los tamaños del abono orgánico BIOPOST serán: <ul style="list-style-type: none"> - Bulto de 25 kg. - Bolsa de 2 kg.
Factores ambientales	La planta de compostaje tiene implicación desde dos enfoques: <ul style="list-style-type: none"> - Contaminación por emisiones de gases.

	- Contaminación de agua.
Usos y aplicaciones	Se usa en presiembre, siembra, trasplante, reabone o mantenimiento aplicado en el sitio o al voleo de forma manual o con maquinaria. En plantas individuales, arbustos o arboles se aplica en la zona del plateo o en la corona.
Recomendaciones	Es necesario hacer pruebas de compatibilidad antes de aplicarse el cultivo no se debe ingerir y evitar la inhalación del mismo durante la aplicación.

Nota. En la anterior ficha técnica se explica en resumen toda la parte de especificaciones desde nombre hasta recomendaciones que tiene el producto. *Fuente.* Elaboración propia.

Tabla 13.

Propiedades físicas y químicas de abono orgánico

Propiedades físicas y químicas de abono orgánico X.		
Análisis	Unidad	Resultado
Ph	-	7.7
Conductividad Eléctrica (1-5)	S/cm	5164.0
Humedad	%	21.2
Materia Orgánica Total	%	22.0
Ceniza	%	56.8
Nitrógeno Total	%	1.43
Fósforo	%	1.51
Potasio	%	1.20
Calcio	%	4.51
Magnesio	%	0.39
Sodio	%	0.23
Azufre	%	0.45
Hierro	%	0.32
Cobre	mg/kg	29.0
Zinc	mg/kg	269.2
Manganeso	mg/kg	1887.7
Boro	mg/kg	18.9
Ácidos Húmicos	%	1.11
Ácidos Fúlvicos	%	1.20
Relación C/N	-	8.90

Recuentos de Aerobios	UFC/g	12800000
Recuentos de Hongo y Levaduras	UFC/g	1160000
Coliformes totales	NMP/g	0
Coliformes Fecales	NMP/g	0
Escherichia Coli	NMP/g	0
Salmonella sp	UFC/25g	0

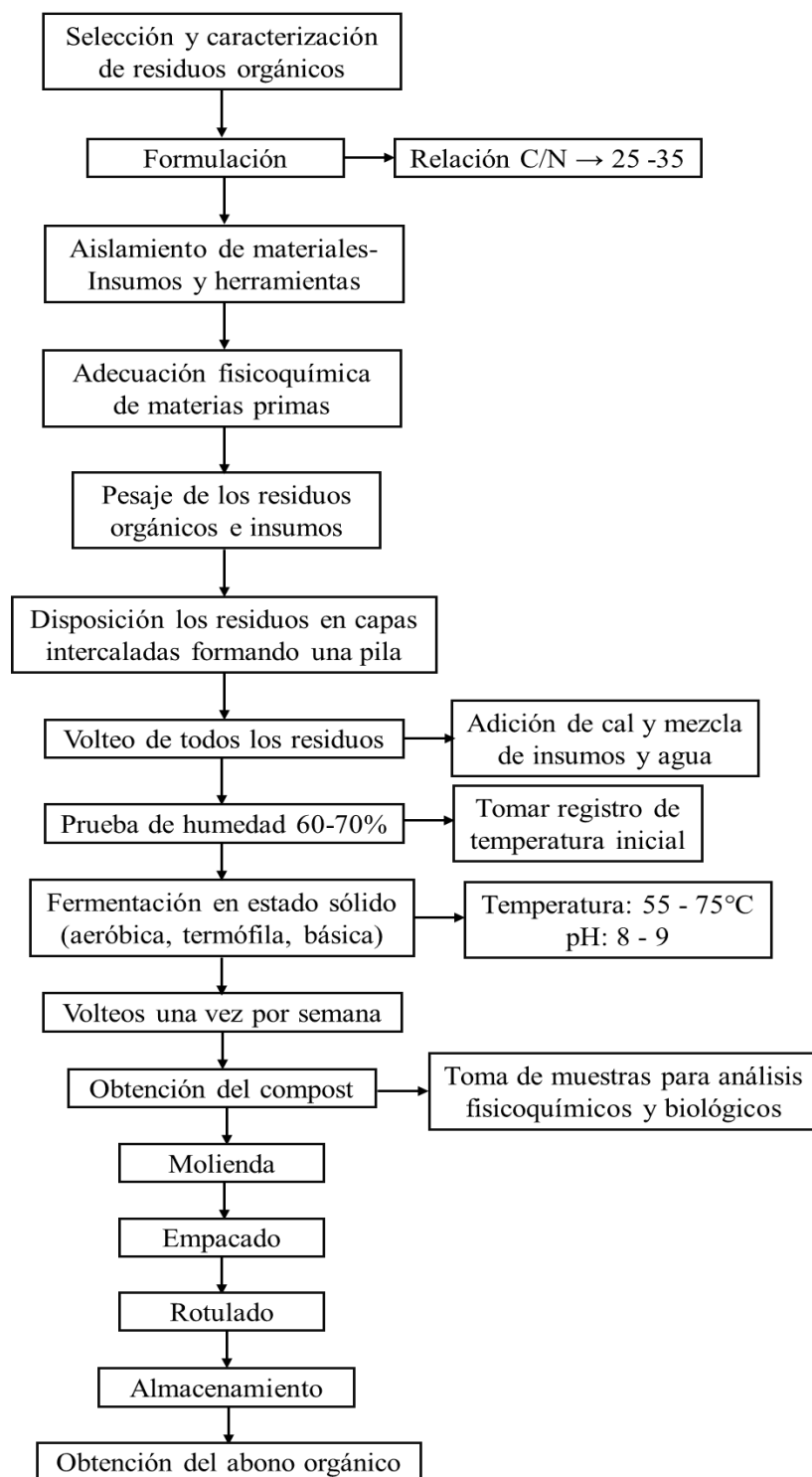
Nota. Propiedades físicas y químicas de abono orgánico X. *Fuente.* Elaboración propia.

Proceso Óptimo de Compostaje, Caracterización y Comparación de Tecnologías

Materia prima

Se empleará como materia prima residuos de comida, los cuales pueden provenir de hogares, restaurantes, cadenas de producción, entre otros; también se utilizará podas obtenidas de las actividades de jardinería que se realicen en la ciudad o lugares más específicos como universidades y empresas; otra materia prima es la cascarilla del café proveniente del proceso de trilla que se realiza en algunas fincas o procesadoras de café, dichas materias primas anteriormente son las encargadas de proveer la fuente de carbono, también se debe añadir un producto que proporcione la fuente de nitrógeno, este se proporciona comúnmente de los excrementos de animales, como la bovinaza, gallinaza, porquinaza, equinaza; finalmente se debe adicionar un producto que aporte algunos minerales el cual será carbonato de calcio.

Disposición final del producto: Nuestro producto va dirigido a cualquier persona, sin embargo, se hace énfasis aquellos empresarios dedicados a la producción de algún de cultivos, desde frutas y verduras hasta cultivo de plantas y flores, sin embargo, el abono orgánico puede estar enfocado para alguna necesidad específica dictaminada por el cliente, ya que su composición especialmente en minerales será diferente.

Figura 5.*Diagrama de proceso**Fuente. Autoría propia.*

Caracterización

Para la elaboración del compost se puede emplear cualquier materia orgánica, con la condición de que no se encuentre contaminada. Generalmente estas materias primas proceden de:

Residuos de comida: Como son los residuos urbanos, se refiere a todos aquellos restos orgánicos procedentes de las cocinas como pueden ser restos de fruta y hortalizas, restos de animales de mataderos, etc. En esta categoría se puede añadir los restos de cosechas que pueden emplearse para hacer compost. Los restos vegetales, frutos, tubérculos son ricos en nitrógeno y pobres en carbono. Cada uno tiene un tiempo de descomposición diferente y es bueno incluir una variedad de elementos distintos. Una regla general para saber con qué contribuyen es que los alimentos verdes añaden mayores cantidades de nitrógeno y los cafés mayores cantidades de carbono. Los materiales de descomposición rápida incluyen restos del césped, hojas y estiércol de animales de corral. Los de descomposición más lenta incluyen restos de fruta, café, paja, plantas, pétalos de flores, y el estiércol proveniente de caballos y burros.

Finalmente, los materiales de descomposición lenta son el aserrín, las ramas podadas o cualquier otro pedazo de madera, cascarones de huevo, frutos secos, textiles naturales como el algodón y la lana, las plumas y los frutos seco. También se pueden espolvorear pequeñas cantidades de cenizas (Harmonia.la, s.f.).

Podas (pasto): Las ramas de poda de los frutales. Es preciso triturarlas antes de su incorporación al compost, ya que con trozos grandes el tiempo de descomposición se alarga. **Abonos verdes, siegas de césped, malas hierbas, etc.** **Hojas:** pueden tardar de 6 meses a dos años en descomponerse, por lo que se recomienda mezclarlas en pequeñas cantidades con otros materiales. **Plantas del huerto o jardín.** **Ramas trituradas o troceadas** procedentes de podas, hojas caídas de árboles y arbustos. **Heno y hierba segada.** **Césped o pasto** (preferiblemente en capas

finas y previamente desecadas). El césped natural cortado tiene la propiedad de descomponerse muy rápido gracias a que contiene muy poca lignina, un elemento que retarda la descomposición (Césped.es, s.f.).

Cascarilla de café: Según nuestra localización cerca de las plantas de café, este residuo será un gran potencial para el uso del compost ya que en las industrias la borra de café es el residuo que se genera en las fábricas de 29 café soluble del grano tostado representa el 10% del fruto fresco, entre los que se mencionan en la tabla siguiente:

Tabla 14.

Residuos obtenidos en el proceso industrial del café 1000gr

Proceso	Residuo obtenido	Perdida en gr
Despulpado	Pulpa fresca	436
Desmucilaginado	Mucilago	149
Secado	Agua	171
Trilla	Pergamino película plateada	42
Torrefacción	Volátiles	22
Preparación de bebida	Borra	104
Pérdida total	Residuos	924

Nota. La tabla muestra los Residuos obtenidos en el proceso industrial del café 1000gr. *Fuente:* Rajkumar Rathinavelu y Giorgio Graziosi (2005). Internacional coffee organization, posibles usos alternativos de los residuos y subproductos del café, universidad de Trieste Italia 2005.

Estos residuos se producen en los beneficios del municipio de Betania Antioquia y en general en cualquier tipo de explotación cafetera, en nuestro caso pretendemos con estos datos recomendar un sistema de tratamiento que sea eficiente, amigable con la naturaleza y económicamente viable.

Complementos minerales: Como el CaCO₃ son necesarios para corregir las carencias de ciertas tierras. Destacan las enmiendas calizas y magnésicas, los fosfatos naturales, las rocas

ricas en potasio y oligoelementos y las rocas silíceas trituradas en polvo. Los nutrientes necesarios para el crecimiento de la planta provienen del aire, del agua y del suelo, siendo la solución del suelo el medio de transporte de los nutrientes.

Los nutrientes en el suelo se dividen en macro- y micro- nutrientes, en función de las cantidades que la planta necesite. Los macronutrientes primarios son Nitrógeno, Fósforo y Potasio, y los secundarios son Magnesio, Azufre y Calcio.

Los micronutrientes son requeridos en cantidades muy pequeñas, pero generalmente son importantes para el metabolismo vegetal y animal. Estos son el hierro, el zinc, el manganeso, el boro, el cobre, el molibdeno y el cloro. El Nitrógeno, N (1%-4% del extracto seco de la planta) es el motor del crecimiento de la planta ya que está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas.

Un buen aporte de nitrógeno para la planta es importante también por la absorción de los otros nutrientes. El Fósforo, P (0,1% - 0,4% del extracto seco de la planta) juega un papel importante en la transferencia de energía, por lo que es esencial en la eficiencia de la fotosíntesis. El fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas o donde el pH limita su disponibilidad, favoreciendo la fijación. El Potasio, K (1%-4% del extracto seco de la planta) juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas, y por ende en la estructura de la planta. El potasio mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades.

Bovinaza, excremento de los animales que proporciona gran cantidad de nitrógeno al compostaje, como también están: gallinaza, porquinaza, equinaza, todos los anteriores son excrementos de animales.

Tabla 15.*Tipo de abonos orgánicos.*

Tipo de abono orgánico	Descripción, uso, condiciones
Estiércol	Mezcla de defecaciones animales y materia vegetal (cama de las cuadras).
Estiércol seco, gallinaza deshidratada.	No se permite el uso de estércoles de ganaderías intensivas.
Montillo de estiércol o gallinaza compostada.	No se permite el uso de estércoles de ganaderías intensivas.
Purines	Después de realizada una fermentación adecuada; o diluido. No se permite el uso de purines de ganaderías intensivas.
Residuos domésticos comportados o fermentados	Compostados de forma aerobia o fermentados de manera anaerobia. Solo residuos de origen vegetal o animal. El sistema de recogida debe ser cerrado y controlado.

Nota. La tabla muestra el Tipo de abonos orgánicos. *Fuente:* Reglamento (CE) 834/2007, que regula la Agricultura Ecológico.

Por tanto, las procedencias “no deseables” serían la ganadería intensiva, la agricultura no ecológica, la jardinería que emplea sustancias químicas, los lodos de depuradora o los residuos domésticos procedentes de sistemas de recogida no selectivos. En cuanto a los residuos domésticos, debe aclararse que se admiten los residuos propios, o los recogidos en comedores colectivos controlados por uno mismo, así como los recogidos con sistemas puerta a puerta o mediante contenedor de orgánicos. Por supuesto, el compost resultante deberá cumplir todas las garantías, y pasar los controles analíticos de detección de contaminantes (ENEK, 2013).

Productos

El abono orgánico abarca los abonos elaborados con estiércol de ganado bovino, con deyecciones de otros animales, compost rurales y urbanos, otros desechos de origen animal, residuos de cultivos y, por último, pero no menos importante, los abonos verdes. Los abonos orgánicos son materiales eficaces para mejorar la fertilidad y la productividad de los suelos (FAO, s.f.).

Los abonos orgánicos constituyen un elemento crucial para la regulación de muchos procesos relacionados con la productividad agrícola; son bien conocidas sus principales funciones, como sustrato o medio de cultivo, cobertura, mantenimiento de los niveles originales de materia orgánica del suelo y complemento o reemplazo de los fertilizantes de síntesis; este último aspecto reviste gran importancia, debido al auge de su implementación en sistemas de producción limpia y ecológica. El abono orgánico es el material resultante de la descomposición natural de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio, los cuales digieren los materiales, transformándolos en otros benéficos que aportan nutrientes al suelo y, por tanto, a las plantas que crecen en él.

En este sentido, es un proceso controlado y acelerado de descomposición de los residuos, que puede ser aeróbico o anaerobio, dando lugar a un producto estable de alto valor como mejorador del suelo. Los abonos orgánicos tienen altos contenidos de nitrógeno mineral y cantidades significativas de otros elementos nutritivos para las plantas. Dependiendo del nivel aplicado, originan un aumento en los contenidos de materia orgánica del suelo, en la capacidad de retención de humedad y en el pH, también aumentan el potasio disponible, y el calcio y el magnesio.

En cuanto a las propiedades físicas, mejoran la infiltración de agua, la estructura del suelo y la conductividad hidráulica; disminuyen la densidad aparente y la tasa de evaporación, así como promueven un mejor estado fitosanitario de las plantas.

Figura 6.

Composición abono orgánico mineral.

Abono Organico Mineral		Registro ICA No. 5852	
COMPOSICIÓN GARANTIZADA			
Nitrógeno Total (N)	2.5%	PH	7.9%
Fósforo Total (p2o5)		Relación Carbono / Nitrógeno	11%
De lenta asimilación	2.86%	Cenizas	47.9%
Potasio total (k20)	2.00%	Retención de humedad	70.8%
Calcio total (Ca0)	16.3%	Capacidad de intercambio cationico	31 meq/100 grms
Carbono orgánico	15%	Sodio	2061 pp.
Humedad máxima	15%	Conductividad Eléctrica	27.5 ds/m
Densidad	0.71 g/c.c.	CONTENIDO DE METALES PESADOS	
		Por debajo de los limites establecidos en la N.T.C. 5167	

Nota: La imagen muestra la composición de abono orgánico mineral. *Fuente:* Fertisol (Orgánicos Fertisol, s.f.)

Análisis de Balances de Materia y Energía Necesarios para el Funcionamiento de la Planta

Balance de materia

Respecto al balance de materia es fundamental realizarlo para obtener la formulación correcta y obtener la relación carbono/nitrógeno adecuadamente, para ello es necesario realizar el balance en base seca y por componentes:

Se utiliza una base de cálculo de cualquier cantidad para el ejemplo pueden ser 15 toneladas compuestas del 75% de humedad, por lo que se deduce que el 25 % es de base seca es decir 3750 Kg de componente seco. Es relevante tener una participación <40% para los residuos de comida y considerar que en este caso se usó bobinaza para utilizar la fuente de nitrógeno, pero también se puede usar otras fuentes de nitrógeno como urea, gallinaza, equinasa, porcínasa entre otros productos.

Según la siguiente tabla 15 se determinaron esos porcentajes de participación en base seca por medio del calculo que se realizan en la tabla que se muestra a continuación, en esta tabla se procedió a calcular el balance de materia respectivo en el cual por medio del balance por

componentes de carbono y nitrógeno y la base seca se pudo obtener la respectiva formulación y relación carbono/nitrógeno necesario.

Tabla 16.

Balance de materia para la obtención de la formulación

Material	Masa seca (kg)	% Humedad	Masa fresca (kg)	% N	Masa N (Kg)	% Cenizas b.s	Masa C (Kg)
	(3750 kg)*(% Participación en base seca)	-	(Masa fresca)/(1-(%humedad)/100)	-	(%N/100)*(Masa seca)	-	Masa volátil*0.60
Residuos de comida	525	80	2625	1,5	7,875	5	299,25
Podas	375	80	1875	1,5	5,625	2	220,5
Cascarilla de café	750	15	892,35	0,7	5,25	2	441
Bovinaza	2062,5	85	13750	2	41,25	5	1175,63
CaCO ₃	37,5	0	37,5			100	0
TOTAL	3750				60		2136,375

Nota. La tabla muestra el balance de materia para la obtención de la formulación. *Fuente.*

Elaboración propia.

Para hallar la masa de carbono es importante hallar primero la masa no volátil multiplicando la cantidad de masa seca por el % de cenizas y posteriormente se debe hacer la diferencia entre la masa seca con la masa no volátil como se muestra a continuación:

$$\text{Masa no volátil de residuos de comida} = (1500 * 0,05) = 75 \text{ Kg}$$

$$\text{Masa volátil de residuos de comida} = (1500 - 75) \text{ Kg} = 1425 \text{ Kg}$$

Es primordial tener en cuenta que el 0,6 es una medida estándar que se escoge ya que el porcentaje de carbono en materiales vegetales esta entre el 50% y 60%, en este caso se usó un porcentaje de 60% ó 0,6.

La relación carbono/nitrógeno que se obtuvo fue:

$$\text{MASA CARBONO} / \text{MASA NITROGENO} = 2136,375 / 60 = 35,6$$

Es importante que la relación carbono/nitrógeno este entre 25 y 35 con una humedad

entre el 70 y 75% para poder que el compostaje tenga las condiciones adecuadas.

Balance de Energía

Respecto al balance de energía cabe resaltar que las reacciones que ocurren en todo el proceso del compostaje son diversas como reacciones biooxidativas o enzimáticas, degradativas, de condensación y polimerización entre otras, las cuales generan una gran cantidad de materia humidificada, sin embargo, llevar el conteo de todas estas reacciones se vuelve muy complejo y como es una reacción generada por diversos relevos microbianos y no por la necesidad o el uso de energía eléctrica, no se hace necesario la determinación de este parámetro.

Tecnologías y viabilidad económica del proyecto: VPN y TIR, y estimación del capital requerido para operar

Proyección financiera

Se realiza para el proyecto el análisis financiero con el fin de determinar su viabilidad y factibilidad para poderlo desarrollar. La información presentada se encuentra en millones de pesos colombianos (COP). Se supuso un escenario realista en el cual la producción en el primer año de operación inicia en un 60% y para el último año finaliza con una producción del 90%, esto en cifras se traduce a 31.200 toneladas de abono orgánico en el inicio y 46.800 toneladas al final de la fase operacional.

Información del proyecto: Se presenta en la siguiente tabla 16 las inversiones para los dos primeros años de construcción del proyecto; en el primer año, se pretende invertir un total de 3.385 millones de pesos y para el segundo 690,2 millones de pesos con el fin de comprar y adecuar el terreno, maquinarias y equipos, vehículos, muebles y enseres, herramientas, y suplir los gastos pre-operativos.

Tabla 17.*Inversiones para los dos primeros años de construcción del proyecto*

Fase inversión		
Año	1	2
Nivel de producción		
Gastos preoperativos o inversiones diferidas	4	2
Inversiones fijas		
Terrenos	3000	400
Edificios	6	4
Maquinaria y equipos	300	193,5
Vehículos	75	75
Muebles y enseres		10,3
Herramientas		5,4
Total	3385	690,2

Nota. La tabla muestra las Inversiones para los dos primeros años de construcción del proyecto.

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 18.*Periodos de depreciación.*

Vida útil del Proyecto (años)	6
Períodos de Depreciación (Años)	
Edificios	20
Maquinaria y Equipos	10
Muebles y enseres	10
Vehículos	5
Reposición Vehículos (Millones)	50
Herramientas	10
Periodos de Amort. (Años)	6
Producción Máx. (Miles de Unid)	52
Costo unit. MP (Unid. Monet.)	133,38
Costo unit. Gastos Generales de Fabricación (Unid. Monet.)	8496,66
Costo unit. MO (Unid. Monet.)	2914,46
Gastos Grales Admon (Millon/Año)	10,28
Gastos Grales Ventas (Millon/Año)	5
Gastos Grales de Distr. (Millon/Año)	4
Impuestos Empresa	33%

Nota. Se presenta en la tabla 17 información general, como la vida útil del proyecto, los años de depreciación para edificios, maquinarias y equipos, entre otros; además de la producción máxima, costos unitarios de la materia prima, mano de obra, gastos generales de fabricación.

Fuente. Elaboración propia

Ingresos Esperados por Ventas

Se plantea el ingreso por ventas para cada año en operación suponiendo que se venden todas las unidades producidas, como se muestra en la siguiente tabla 18:

Tabla 19.

Ingresos por concepto de ventas.

Ingresos por concepto de ventas						
Fase	Operacional					
Año	3	4	5	6	7	8
Nivel de producción	60%	70%	60%	80%	80%	90%
Unidades vendidas (miles ton)	31,2	36,4	31,2	41,6	41,6	46,8
Precio de venta (cop)	60000	60000	60000	60000	60000	60000
Ingresos por ventas (millones cop)	1872	2184	1872	2496	2496	2808

Nota. La tabla muestra los Ingresos por concepto de ventas. *Fuente.* Elaboración propia.

A continuación, en la tabla 19, se muestra los costos de materia prima, mano de obra y gastos de fabricación con relación a la producción de cada año:

Tabla 20.

Costos de materia prima de las unidades vendidas.

Costo de materia prima de las unidades vendidas						
Fase	Operacional					
Año	3	4	5	6	7	8
Nivel de producción	60%	70%	60%	80%	80%	90%
Unidades producidas (miles)	31,2	26	20,8	10,4	15,6	15,6
Costo unitario (unidades monetarias)	133,38	133,38	133,38	133,38	133,38	133,38
Total, costo mp (millones)	4,161456	3,46788	2,774304	1,387152	2,080728	2,080728
Costo de la mano de obra de las unidades vendidas						
Costo unitario mo (unidades monetarias)	2914,46	2914,46	2914,46	2914,46	2914,46	2914,46
Total, costo mano de obra mo (millones)	90,931152	75,77596	60,620768	30,310384	45,465576	45,465576
Gastos generales de fabricación de las unidades vendidas						
Costo unitario gastos gales de fabricación	8496,66	8496,66	8496,66	8496,66	8496,66	8496,66

(unidades monetarias)						
Total, gastos grales de fabricación (millones)	265,095792	220,91316	176,730528	88,365264	132,547896	132,547896

Nota. Se muestra los costos de materia prima, mano de obra y gastos de fabricación con relación a la producción de cada año. *Fuente.* Elaboración propia.

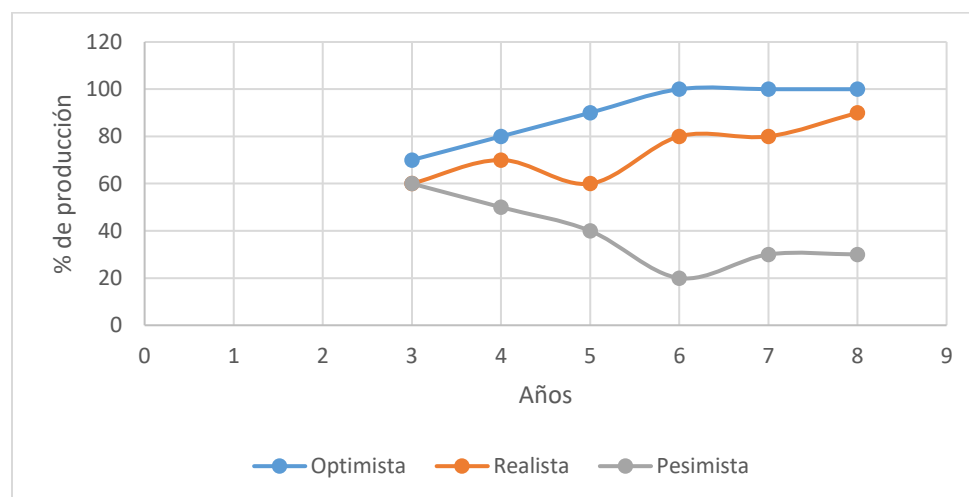
Análisis de Sensibilidad

Para realizar el análisis de sensibilidad se consideraron diversos cambios en los parámetros del proceso, para determinar el estado financiero y la viabilidad del proyecto, así como también la influencia de dichos parámetros en el desarrollo de la empresa en los años operacionales.

Nivel de producción

Figura 7.

Nivel de producción.



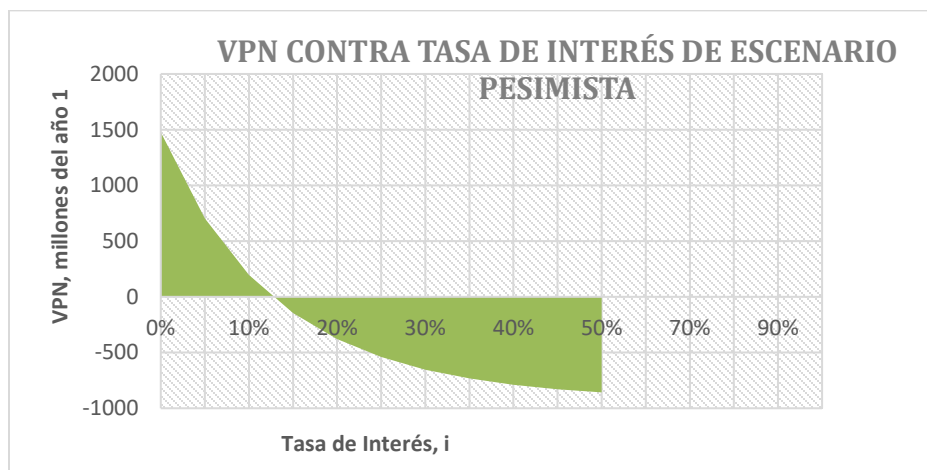
Fuente. Autoría propia.

Inicialmente se procedió a considerar tres escenarios (optimista, realista y pesimista), en el escenario pesimista se tuvieron producciones de 60%, 50%, 40%, 20%, 30% y 30% para los respectivos años operacionales, el escenario realista inicio con una producción de 60% y finalizo en el año 8 con una producción del 90%, finalmente el escenario optimista tuvo una producción

de 70%, 80% y 90% en los primeros tres años operacionales y de 100% para los últimos 3 de esta fase, como se muestra en la gráfica anterior.

Figura 8.

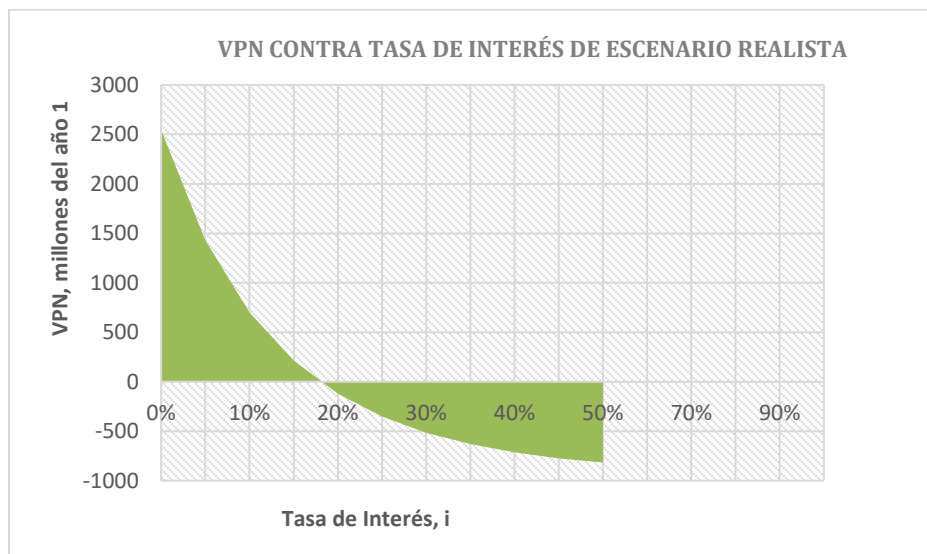
VPN contra tasa de interés de escenario pesimista



Fuente. Autoría propia.

Figura 9.

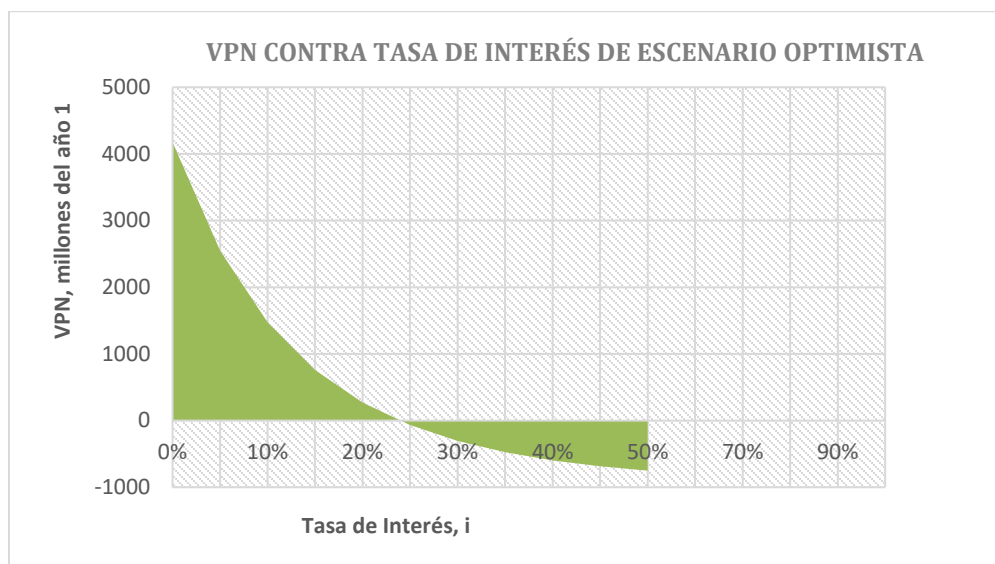
VPN contra tasa de interés de escenario realista.



Fuente. Autoría propia.

Figura 10.

VPN contra tasa de interés de escenario optimista.



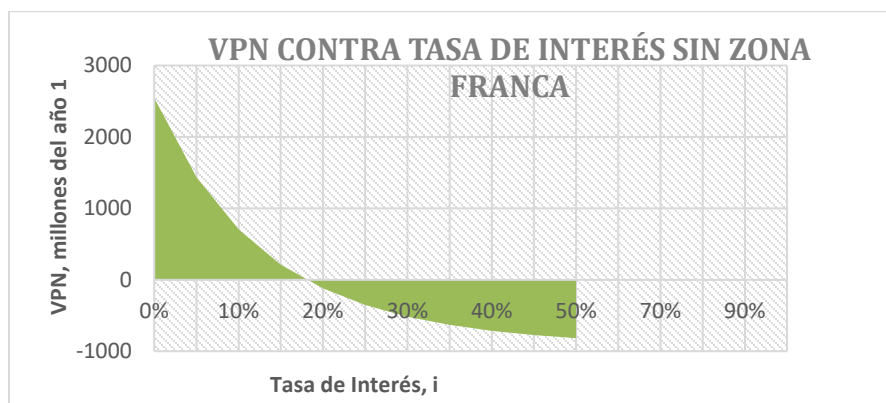
Fuente. Autoría propia.

Las tres gráficas anteriores muestran el VPN vs Tasa de interés, de las cuales se puede analizar que los escenarios optimista y realista no varían considerablemente, ya que la TIR para las opciones anteriores fue aproximadamente 24%. Sin embargo, el VPN si cambia con relación a los escenarios mencionados anteriormente, puesto que en el optimista el VPN es mayor a 3500 millones mientras que en el realista es menor a 2800 millones.

Por otro lado, el escenario pesimista indica que la TIR es del 8,3 % variando considerablemente con los otros dos escenarios, este escenario es menos viable desde el punto de vista de que la tasa de oportunidad generalmente esta entre el 10% y 20%, además su VPN es aproximadamente de 1000 millones, a pesar de que es un escenario pesimista se puede analizar que la empresa tiene un VPN positivo el cual lo hace viable aún en esta situación.

Figura 11.

VPN contra tasa de interés, sin zona franca.



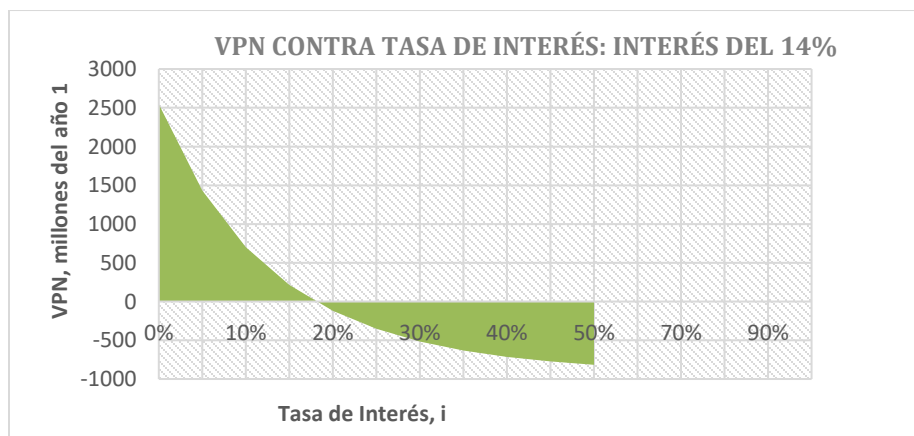
Fuente. Autoría propia.

Desde otra perspectiva se puede variar el impuesto, aumentando este de 33% a 39% asumiendo que la empresa ya no está en zona franca como se puede observar en la gráfica anterior, analizando dicha grafica con la inicial del proyecto se puede decir que la TIR y el VPN no sufren una variación considerable, es por esto que se concluye que el proyecto no es sensible a este impuesto.

Interés por Préstamo

Figura 12.

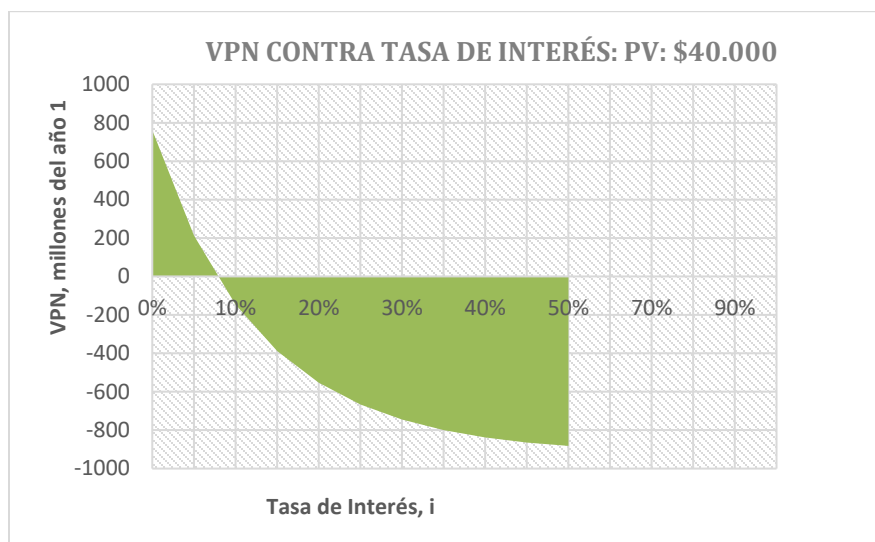
VPN contra tasa de interés, i: 14%



Fuente. Autoría propia.

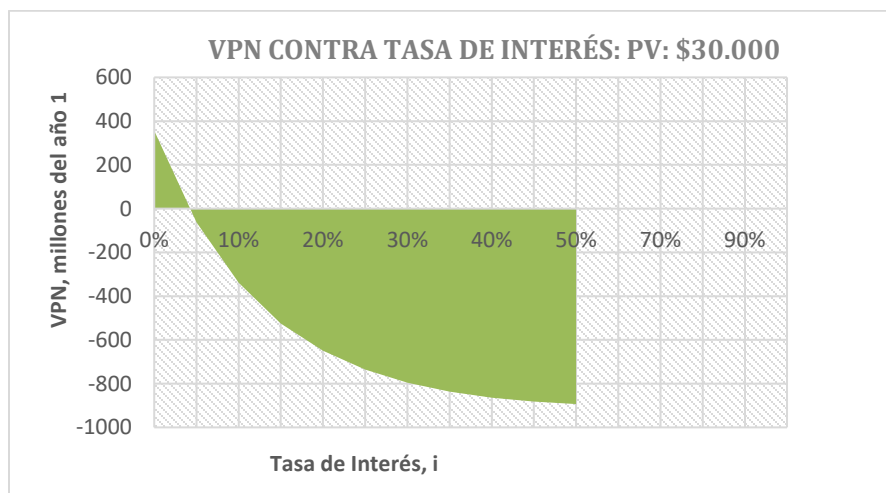
Figura 13.

VPN contra tasa de interés, PV: \$40.000



Fuente. Autoría propia.

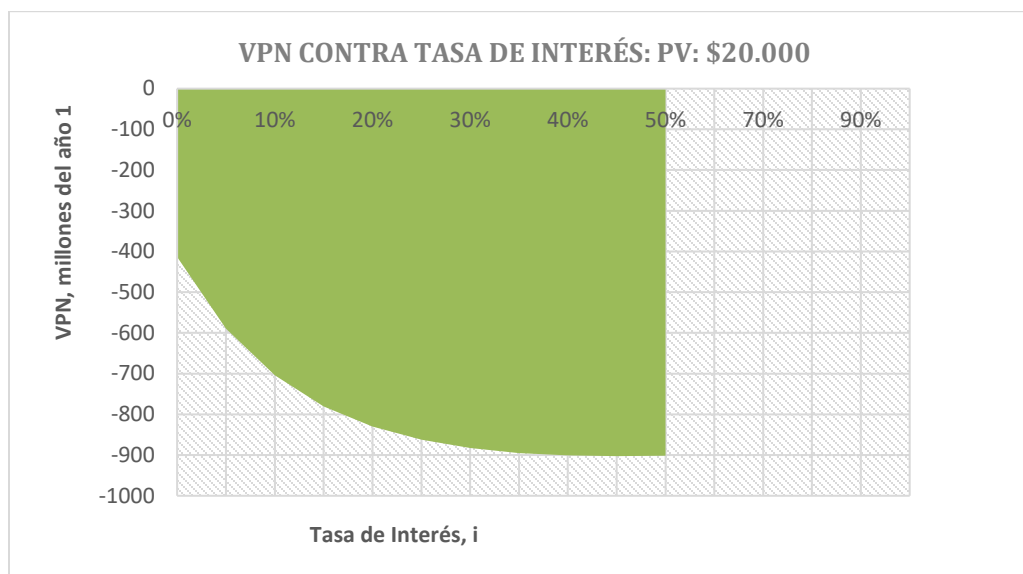
Si se cambia el interés del préstamo de 9,52% a 14% se puede estudiar que la TIR cambia a 15% y el VPN disminuye casi a 2500 millones respecto al escenario realista, lo que indica que es mejor buscar un impuesto de préstamo más bajos para poder que el VPN y la TIR sea más favorable.

Figura 14. *VPN contra tasa de interés, PV: \$30.000*

Fuente. Autoría propia.

Figura 15.

VPN contra tasa de interés, PV: \$20.000



Fuente. Autoría propia.

Variando el precio de venta de \$60.000 a \$40.000 se observa que para la primera grafica donde el precio de venta es de \$40.000, la TIR disminuye al 8% y su VPN también se hace menor hasta un aproximado de 1200 millones; si se disminuye el precio a \$30.000 la TIR disminuye aún más con un valor de 3% igual que su VPN se reduce siendo este menor de 400 millones, si se cambia a \$20.000 se puede intuir que la TIR disminuye a cero y el proyecto se vuelve inviable. Por lo anterior es importante destacar que esta variable es fundamental para que el proyecto tenga una rentabilidad y viabilidad representativa.

Tabla 21.

Análisis DOFA.

<p>FACTORES INTERNOS</p>	<p>OPORTUNIDADES (O)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clientes con necesidad de cambio en sus metodologías de fertilización. • Diversificación de productos. • Alianzas para fomentar relaciones comerciales e incrementar publicidad. • Aumento en la demanda de productos orgánicos. • Valoración de los productos orgánicos como alternativa para en la producción agrícola. • Acceso a nuevas tecnologías. • Materia prima disponible y accesible en la región. 	<p>AMENAZAS (A)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alta competencia en el mercado por productores internos e importadores. • Desinformación de los abonos orgánicos vs materia orgánica sin estabilizar. • Rivalidad de precios. • Efecto rápido de los fertilizantes en los cultivos. • Alta concentración de los nutrientes en abonos químicos. • El precio no sea acogido en el mercado. • Incremento del precio de la materia prima
<p>DEBILIDADES (D)</p> <ul style="list-style-type: none"> • La empresa es desconocida y puede generar desconfianza para iniciar. • Pueden llegar a ser más caros que otros abonos. • Propenso a la infestación de plagas por sus condiciones. • Canales de comunicación. • Distribución del producto. 	<p>ESTRATEGIAS DO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda de nuevo canales de distribución. • Desarrollar de seguidos estudios de mercado para descubrir nuevos nichos de mercado y necesidades insatisfechas. • Realizar buenas relaciones comerciales y seguimiento de los clientes. 	<p>ESTRATEGIAS DA</p> <p>Diseñar mecanismos de control del proceso. Incentivar con el marketing el consumo y los beneficios de los productos orgánicos. Estar pendiente de modificaciones de factores políticos, económicos, climáticos y legales que puedan afectar a la empresa.</p>
<p>FORTALEZAS (F)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Producto de buena calidad y amplia utilización. • Características especiales específicas para cada tipo de cultivos. • Contiene alto porcentaje de precursores húmicos. • Mejora la estructura del suelo, permitiendo la fijación de carbono y la absorción del agua. • Aprovecha los desperdicios orgánicos, ayudando al ambiente. • Producto de pH neutro. • Servicios de aserías técnica y capacitaciones. 	<p>ESTRATEGIAS FO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programas de investigación y desarrollo para generar innovaciones al producto y atender las demandas del cliente. • Invertir en publicidad enfatizando en los tributos especiales técnicos y de tecnología. • Realizar conferencias para captar nuevos clientes potenciales. 	<p>ESTRATEGIAS FA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proyecto que fomente la cultura orgánica. • Desarrollar alianzas estratégicas con empresas nacionales. • Maximizar utilidades para reducir costos y ofrecer mejores precios. • Competir por reconocimiento del producto por su calidad.

Nota. Análisis DOFA de la prefactibilidad del negocio. *Fuente.* Elaboración propia.

Evaluación del Impacto Ambiental Mediante la Reducción de Residuos

El impacto ambiental se puede analizar desde una perspectiva favorable y perjudicial. Desde el enfoque favorable se puede evidenciar lo siguiente: Se contribuye a la reducción del volumen y peso de los residuos que se llevan a los vertederos e incineradoras, con la consecuente mejora ambiental ya que cada día la bolsa de la basura diaria que se genera contiene un 40% de materia orgánica que puede ser reciclada y devuelta a la tierra en forma de humus para las plantas y cultivos.

Es importante tener en cuenta que «La materia ni se crea ni se destruye, solo se transforma» No se pueden pedir imposibles a la tierra si se rompe el ciclo de vida. Se han de retornar a la tierra, debidamente transformados en humus, los restos de poda, de la cosecha o de vegetales en general, que actualmente van a parar a los vertederos o a las incineradoras. Puede mejorar el ciclo de vida, el compostaje es una manera de imitar a la naturaleza en su propio ciclo de vida (Ecologistas en Acción, 2005).

Es importante reconocer que el producto terminado produce efectos positivos en el suelo tanto en sus propiedades físicas, químicas y biológicas. La incorporación en el suelo del compost permite mejorar su estructura, reduciendo los problemas de compactación, evitando la erosión. Además, aumenta la capacidad de retención del agua y el intercambio gaseoso, favoreciendo el desarrollo radical.

Es representativa la disminución de la huella de carbono puesto que técnicamente, cuando las fábricas crean compost, utilizan máquinas dependientes del petróleo, tanto en el proceso de producción, embalaje y transporte. En cambio, con el compostaje natural, la basura orgánica se convierte en humus o abono orgánico, mediante un proceso natural de la descomposición. El abono que se obtiene del proceso de compostaje permite que se reduzca el

uso de fertilizantes químicos, que contaminan los pozos y acuíferos por un exceso de nitratos y que queman las plantas (Conciencia Eco, 2017). Desde el enfoque perjudicial hay varios criterios:

Contaminación Olfativa

Se pueden distinguir tres tipos de emisiones en forma de gas que se producen en una planta de compostaje: Emisiones olfatorias provenientes de la basura cruda y Emisiones olfatorias biógenas: (a) Productos gaseiformes de la fermentación y (b) Productos del metabolismo de la fermentación (ellos dependen de la tecnología que se utiliza) Productos de la transición anaeróbico - aeróbico (no es técnicamente posible impedir la generación de esas emisiones)

Emisiones olfatorias abiógenas

No hay necesidad de tratamiento del aire en las plantas manuales o en las plantas semi-mecanizadas sin aireación artificial. Es suficiente cubrir las pilas o los lechos con pasto, compost grueso u otro material adecuado. Ese material absorbe las emisiones que difunden afuera durante el proceso de compostaje.

Es diferente para las plantas mecanizadas con aireación artificial. Aquí el caudal de aire es demasiado alto. Para una reducción eficaz del tufo se necesitan las medidas siguientes: reducción de la cantidad del aire sucio (recirculación del aire); Reducción de la concentración de gases fétidos en el caudal remanente (con filtro biológico); Impedir el intercambio entre el área de compostaje y la atmósfera (por aireación con un sistema de succión); entre otros.

Los filtros biológicos se construyen del material mismo que sobre de la producción del compost: con compost grueso. Este material orgánico y poroso retiene los componentes fétidos, que también son orgánicas, por ayuda de microorganismos que se encuentran dentro del compost

grueso. Un filtro biológico se compone de las siguientes unidades: Sistema de distribución del aire; Capa activa de filtro (compost grueso); Sistema de humedecimiento (manual o con riego automático) y Sistema de drenaje de las aguas lixiviadas del filtro biológico.

Contaminación del agua

Las aguas lixiviadas se producen especialmente durante las primeras semanas del compostaje (pre- fermentación y comienzo de la fermentación intensiva), debido al alto contenido de agua de los desechos sólidos y al riego necesario para mantener la humedad suficiente. Para evitar la contaminación del suelo y, por consecuencia, de las aguas subterráneas, se recomienda seleccionar un terreno con suelo arcilloso para la planta de compostaje. La cantidad de aguas lixiviadas varía según la composición de los desechos sólidos. Si se compostan desechos biodegradables domiciliarios, se puede estimar una cantidad de aguas lixiviadas entre 15 - 35 litros/ t basura cruda.

Por su parte, se puede bajar considerablemente la cantidad de aguas lixiviadas si se añade papel de servicio o de periódico a la basura cruda. Como se ve en la tabla, es muy alta la contaminación de las aguas lixiviadas. Para evitar la contaminación del suelo o del medio recipiente, es imprescindible un tratamiento de las aguas lixiviadas. No se recomienda el reciclaje de las aguas lixiviadas para el riego del compost. Con estas aguas altamente contaminadas, se pone en peligro la higienización del material compostado.

Tabla 22.

Contaminación de las aguas lixiviadas.

Contaminante	Concentración (mg/l)	Contaminante	Concentración (mg/l)
DBO5	30 000 – 50 000	Cr6+	4
CDO	60 000 – 120 000	Pb	1
TSS	7500 – 30 000	CN	1
NH4	400 - 1100	Cd	5

N total	500 – 2100	Fe	1
N orgánico	250 – 800	Cu	15
Grasa	250	Zn	2
P total	80 – 260		

Nota. La tabla muestra la Contaminación de las aguas lixiviadas para los contaminantes: DBO₅, CDO, TSS, NH₄. *Fuente.* Elaboración propia.

Las aguas lixiviadas se pueden purificar con un tratamiento biológico. Si se dispone de un terreno bastante largo, lo más recomendable sería un tratamiento en laguna, ya que esto es lo más fácil y menos costoso (Röben, 2002).

Para evaluar el impacto ambiental es necesario conocerlo por medio de una metodología o varias metodologías, las que se aplicarán en este caso serán la lista de chequeo y la matriz de Leopoldo explicadas a continuación:

Lista de Chequeo

Consiste en una lista enumerada de factores ambientales afectados por la acción humana, su principal utilidad es enumerar los posibles impactos asegurando que en una primera instancia que ninguna alteración relevante sea omitida, sin embargo, estas listas no permiten establecer un orden de prioridad relativa de los impactos, ni identifican impactos indirectos ni probabilidades de ocurrencia ni sus riesgos por esto es importante realizar varias metodologías para medir con más rigurosidad el impacto ambiental.

Matriz Leopoldo

Es uno de los métodos más utilizados para casi todo tipo de proyecto y hacen parte de las matrices acción/factor, aquí se tiene en cuenta todos los cruces de acción-factor considerados, es decir, que se hace un análisis exhaustivo y además hay información sobre aspectos específicos, además hay un listado de 100 acciones que pueden causar impacto al ambiente y 88 características y condiciones ambientales representadas por filas, significando un total de 8800

posibles interacciones aunque en la práctica no son todas utilizadas, permite la cuantificación de las acciones del proyecto que causan impactos de menor o mayor magnitud e importancia sin embargo hay un alto grado de subjetividad que se emplea. La información de los métodos de evaluación ambiental se encuentra en la siguiente bibliografía (Sánchez Ramos, 2013-2014) y (Parra, 2016).

Conclusiones

El compostaje era practicado en la Antigüedad. Desde hace miles de años, los chinos han recogido y compostado todas las materias de sus jardines, de sus campos y de sus casas, incluyendo materias fecales. En el Oriente Próximo, en las puertas de Jerusalén había lugares dispuestos para recoger las basuras urbanas: unos residuos se quemaban y con los otros se hacía compost. El descubrimiento, después de la Primera Guerra Mundial, de los abonos de síntesis populariza su utilización en la agricultura. En los últimos años se ha puesto de manifiesto que tales abonos químicos empobrecen la tierra a medio plazo. De forma tradicional, durante años, los agricultores han reunido los desperdicios orgánicos para transformarlos en abono para sus tierras, compostar dichos restos no es más que imitar el proceso de fermentación que ocurre normalmente en un suelo de un bosque, pero acelerado y dirigido. El abono resultante proporciona a las tierras a las que se aplica prácticamente los mismos efectos beneficiosos que el humus para una tierra natural.

El desarrollo de la técnica de compostaje a gran escala tiene su origen en la India con las experiencias llevadas a cabo por el inglés Albert Howard desde 1905 a 1947. Su éxito consistió en combinar sus conocimientos científicos con los tradicionales de los campesinos. Su método, llamado método Indore, se basaba en fermentar una mezcla de desechos vegetales y excrementos animales, y humedecerla periódicamente, dicho conjunto de restos orgánicos sufre un proceso de fermentación y da un producto de color marrón oscuro; el abono resultante contiene materia orgánica, así como nutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio y hierro, necesarios para la vida de las plantas.

En el año 1925 en Europa comenzó a estudiarse la posibilidad de descomponer a gran escala las basuras de las ciudades con la puesta en marcha del método indú Indore. En la ciudad

holandesa de Hanmer se instaló en 1932 la primera planta de compost hecho con las basuras urbanas y a principios de la década de los 60, había en Europa 37 plantas, dicho número aumentó considerablemente durante dicha década, y a primeros de los 70 se llegó a 230 plantas. Sin embargo, a partir de mediados de los setenta la evolución se estancó y se cerraron numerosas plantas. Una de las causas de este estancamiento fue la deficiente calidad del compost producido (no se hacía separación previa en origen de la materia orgánica de los residuos sólidos urbanos) y el poco interés de los agricultores en utilizarlos (Ángel Mallito, 2017).

Para una agricultura exitosa es necesario contar con la conservación, el drenaje y la sanidad, también es importante obtener los conocimientos de ingenieros agrónomos. Ya que en la actualidad los cultivos requieren mayor intensidad, lo que conlleva a un aumento en las dosis y la aplicación de fertilizantes, insecticidas, fungicidas; “mejorando las distintas semillas” hasta el punto de germinar más rápido y adaptarse a los distintos climas.; tras técnicas modernas como el empaquetado, procesamiento y mercadeo, han abierto nuevos horizontes para la producción de compostaje (Ángel Mallito, 2017).

El compostaje es una de las opciones con mayor aplicación para el aprovechamiento de biorresiduos; esencialmente, se trata de enriquecer la tierra del jardín o del huerto y, al mismo tiempo, defender el medio ambiente; evitando que la parte más pesada de la basura sea enterrada en vertederos o incinerada. Aspectos como el bajo costo y la sencillez del proceso lo han constituido como una de las tecnologías de mayor aplicación en países en desarrollo. Sin embargo, su aplicación en el contexto de estos países y en el colombiano no ha sido efectiva (Oviedo Ocaña, Marmolejo Rebellón & Torres Lozada, 2017) .

Aun así, en el país la práctica del compostaje ha avanzado en la última década, contando en diferentes regiones con plantas de tratamiento de residuos, principalmente de origen agrícola,

con variaciones en materias primas, lo que depende de la zona y del cultivo.

Es así como en la sabana de Bogotá se produce compost de residuos de flores, en los Llanos Orientales se compostan residuos de palma africana, en el eje cafetero residuos de café, en el Putumayo y Casanare corteza de árboles y en el valle geográfico del río Cauca se procesan los residuos de las industrias azucareras y del alcohol carburante en seis plantas ubicadas en los departamentos del Valle, Risaralda y Cauca. Entre éstas, las plantas de procesamiento de residuos de la caña de azúcar son las de mayor tamaño y capacidad de producción en Colombia, con una producción que supera las 24,000 toneladas de compost mensuales (Storino, 2017) .

Por otra parte, se puede también aprovechar otro tipo de desechos; como el de los animales herbívoros (vacas, caballos, burros) para realizar el compost como lo hacen en el proyecto “el compostaje como una estrategia de producción limpia en los centros de beneficio animal del departamento de Risaralda”, donde se permite utilizar este material orgánico para abonar los pastos de los mismos animales que dan el material para el compostaje (Arenas Osorno, 2017).

En general, en Colombia el producto obtenido en estas plantas es utilizado principalmente para abonar los mismos cultivos de la industria que los procesa, aunque ya se está formando un mercado para proveerlo a otros cultivadores interesados en aprovechar los beneficios del compost, que aún no cuentan con la tecnología y las instalaciones para procesar sus residuos. Sin embargo, la intención de los productores colombianos es firme, habiendo constituido ya la Asociación Nacional de Compostajes Industriales, con el objetivo de llevar el producto al ámbito internacional y alcanzar los estándares europeos de producción, que actualmente son los más avanzados en el tema.

Los productores están trabajando en certificación y registro de las plantas y de los

productos ante el ICA y muchos de ellos ya cuentan con este importante aval, que les permite comercializar y distribuir en el territorio nacional. Adicionalmente desde el 2009, cada año se celebra en Bogotá el Congreso Nacional e Internacional de Compostajes Industriales, que congrega los principales productores, junto con un alto número de empresas proveedoras de insumos, tecnología, equipos y servicios para facilitar el intercambio de conocimientos y de experiencias, que conduzcan el proceso hacia los mejores niveles de producción y competitividad e incluso, posicionarse en el mercado internacional (Buechel, 2017).

Dichos avances son de gran importancia ya que los residuos orgánicos producen deterioro de espacios, es en estos que se hace evidente la contaminación ambiental y sus efectos más temibles al no utilizar de forma adecuada los recursos naturales. El compostaje ayuda de forma significativa a utilizar los residuos orgánicos y a si mejorar el medio ambiente que rodea a los seres vivos.

El buen uso de los residuos orgánicos produce ambientes sanos, siendo el compostaje una opción ambiental que aplica para mejorar el entorno donde se depositan residuos orgánicos. Un gramo de compost contiene más de 200 millones de microorganismos entre bacterias aeróbicas, actinomicetos, hongos, y otros organismos benéficos para el suelo y la planta, y además de nutrientes producen vitaminas, hormonas y sustancias mucilaginosas que favorecen el crecimiento y desarrollo de las plantas, y la estabilización de los agregados del suelo (Buechel, 2017).

Recomendaciones

Para la recomendación de residuos como los gases producidos en el compostaje es importante reconocer que los gases presentados en el compostaje son casi insignificantes comparadas con otros métodos de procedimiento de residuos, en un estudio confrontaron las emisiones de CO₂ producidas por los tratamientos habituales de la fracción orgánica de los residuos frente a la práctica del compostaje descentralizado, desde su recogida hasta su traslado a planta. Así se pudo analizar las emisiones de CO₂ del tratamiento de los desechos orgánicos en un vertedero, una incineradora, una planta de biometanización, una planta de compostaje y el compostaje doméstico. El resultado final demostró que en un proyecto tipo de compostaje, dejan de emitir entre 800 kg. y 1 tonelada de gases de efecto invernadero al año, en comparación con el tratamiento de estos residuos en planta. (Amigos de la Tierra, 2013)

Según un informe realizado por la consultora independiente InclamCO₂ y solicitado por la ONG mencionada, "la producción de emisiones de gases de efecto invernadero se puede considerar nula en el compostaje ya que como es una reacción anaerobia se debe evitar la producción de zonas anaeróbicas para no haya una producción de metano (Gestores de Residuos, 2013). Sin embargo, no hay un tratamiento conocido para la disminución de gases y los pocos generados en el compostaje.

Para la recomendación del tratamiento de residuos generados en el compostaje es importante reconocer que los residuos más potencialmente peligrosos son los lixiviados, entendiendo por lixiviados como el agua que drena, por la sobresaturación (exceso de humedad) del material, durante el proceso de compostaje. Este exceso de agua, sale del compost y puede colectarse. Contiene también nutrientes solubles y algunos microorganismos. Sin embargo, cuando el compost tiene exceso de agua, y aun está inmaduro, se generan zonas anaeróbicas,

donde se producen compuestos como azúcares que pueden dar lugar a ácidos y otros compuestos que pueden resultar tóxicos para las plantas (fitotóxicos) (Román, Martínez & Pantoja, 2013).

Además, también se considera que tienen también altas cargas microbiales y en algunas ocasiones con una alta demanda química de oxígeno (DQO).

Las recomendaciones generadas para su respectivo uso son las siguientes:

Caracterización de los lixiviados

Es importante considerar que los lixiviados tendrán composiciones distintas depende a los residuos que se estén compostando, ya que esto influye en la cantidad de materiales pesados, de propiedades físicas como la conductividad, contenidos de micro y macro elementos, además del contenido de microorganismos, esto se evidencia en la información investigada ya que en una caracterización de lixiviados a partir del compostaje de residuos orgánicos de cultivos agroecológicos hacen la diferencia entre un lixiviado agroecológico con uno convencional teniendo en cuenta que el agroecológico es realizado por medio de utilización de materiales vegetales y aseguran que la cantidad de metales pesados son mucho más bajos y la cantidad microbiana es más alta que los encontrados en lixiviados convencionales (Prada Millán & Granada, 2016).

Gracias a lo anterior es importante hacer una caracterización de los lixiviados generados gracias a la diversidad de materias primas que se están compostando debido que los lixiviados agroecológicos gracias a esta caracterización generan una gran posibilidad de estos ser utilizados en una recirculación en plantas o cultivos ya que estos pueden poseer algunos microorganismos solubilizadores de fósforo y fijadores de nitrógeno debido que se observa que los niveles más altos se encuentran en el lixiviado agroecológico con respecto al convencional que se caracterizó por tener un valor menor. Fernández & Rodríguez (2006) mencionan que la presencia de estas

bacterias en el suelo aumenta la cantidad de diferentes iones, uno de éstos es el fósforo que al ser hidrolizado con enzimas como las fitasas, facilitan la movilidad de este elemento en el suelo y lo transforman en un compuesto accesible para la planta (Prada Millán & Granada, 2016).

Sistemas de recolección

Para el sistema de recolección se debe tener en cuenta la manera de agrupar todos los lixiviados de la planta una opción es por medio de canaletas que permitan la agrupación de mismos de una manera que no genere daño al medio ambiente como se ha mencionado con antelación, por esto para la construcción de dichas canaletas es importante evitar la infiltración a aguas subterráneas o superficiales o los suelos por esto se debe impermeabilizar el terreno y colocar respectivos filtros, estos filtros se comunican con colectores que luego serán llevados a una “piscina” que también estará impermeabilizada y donde llegara toda los lixiviados y se llevara a cabo los tratamientos si son necesarios (Corena Luna, 2008) .

Tratamiento si es del caso

Para el tratamiento de los lixiviados hay varias opciones para tratarlos:

Recirculación: Consiste en recoger el lixiviado en una balsa en la zona más baja del depósito de seguridad y remontarlo mediante un sistema de impulsión a la zona más alta del depósito denominada comúnmente “Cabeza de Vertedero”. Esta operación logra mantener en circuito cerrado el lixiviado, dentro de un sistema impermeable sintético a base de geocompuestos, (geomembranas, geotextiles y geodrenajes etc.), evitando que se filtre y pueda contaminar las aguas superficiales y subterráneas.

Evaporación forzada

Se fundamenta en la utilización de panales evaporadores atmosféricos. En ellos se va a eliminar el agua contenida en el lixiviado mediante un proceso de transferencia hacia el aire

atmosférico no saturado. Par optimizar esta transferencia se utiliza un medio –panel- con un diseño especial que ofrece una gran superficie específica de contacto y se fuerza la circulación del aire con un grupo motoventilador de alto rendimiento. El objetivo de la evaporación forzada es la concentración de la disolución por evaporación del agua en régimen atmosférico, hasta reducirlo a un lodo inerte con un volumen del orden del 7% del correspondiente al vertido bruto, lo que equivale a concentrarlo 15 veces.

Tratamientos Biológicos

Su característica de ser biodegradables es la que permite reducir la contaminación presente en los lixiviados mediante tratamientos biológicos. Estos tratamientos, bien aerobios (en presencia de oxígeno) o anaerobios (en ausencia de oxígeno), consiguen disminuir la carga orgánica presente en el lixiviado e, incluso en algunos casos, reducir el contenido en otros nutrientes como nitrógeno o fósforo.

Tratamientos Físicoquímicos

Los tratamientos físicoquímicos aplicables a los lixiviados son muy variados, limitándose algunos de ellos a una mera modificación de pH.

Tratamiento por membranas

Las membranas más utilizadas en el tratamiento de lixiviados son las de ósmosis inversa ya que produce un efluente de acuerdo con las exigencias más estrictas de la normativa ambiental vigente. Toda la información sacada anteriormente es extraída de la recopilación de la Universidad de Salamanca llamada aprovechamiento integral de lixiviados (Romero Batallán, 2010).

Utilización final de los lixiviados después de su tratamiento La utilización de los lixiviados dependerá de la caracterización menciona en el primer punto, si estas tienen baja

demanda química de oxígeno, alta carga microorganismo y baja cantidad de metales pesados pueden ser usadas en: Se utilizan en las primeras fases de degradación de las pilas de compostaje, pero no después de que la pila aumente la temperatura a la fase termofílica, ya que podríamos estar introduciendo microorganismos patógenos nuevamente (UAESP, s.f.).

Se utilizan como un fertilizante líquido orgánico ya que puede tener grandes propiedades parecidas al compost, así mismo se ha demostrado su potencial en la protección de cultivos en un amplio rango de enfermedades, debido a que la composición microbiana presente en el lixiviado, se determinó que bacterias, hongos y protozoarios son componentes del compost que junto con sustancias químicas, como fenoles y aminoácidos, inhiben las enfermedades a través de varios mecanismos, tales como: aumento en la resistencia de la planta a la infección, antagonismo y competición con el patógeno, entre otros. Además, en esta composición microbiana pueden facilitar la movilidad de elementos en el suelo y transformarlo en un compuesto accesible para la planta (Compostadores, s.f.).

En una investigación llamada “Caracterización de los lixiviados generados en el proceso de compostaje provenientes de residuos orgánicos de plaza de mercado y su uso como complemento nutricional para cultivos hidropónicos” realizada en la universidad de la Salle se utilizaron los lixiviados generados de los procesos de compostaje como solución nutricional para los cultivos hidropónicos donde los resultados fueron positivos (Lozada Bermeo, 2009).

Referencias Bibliográficas

- Arenas Osorno, C. Y. (2017). Implementación de un sistema integral de compostaje para el tratamiento de los residuos orgánicos en el Centro Educativo Rural Josefa Romero, Municipio de Dabeiba. Universidad Pontificia Bolivariana
<https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3303/Implementaci%C3%B3n%20de%20un%20sistema%20integral%20de%20compostaje%20para%20el%20tratamiento.pdf>
- Ángel Mallito. (2017, 19 de septiembre). Antecedentes del compostaje. Scribd.
<https://es.scribd.com/document/359344558/Antecedentes-de-La-COMPOSTAJE>
- Amigos de la Tierra. (2013). El compostaje doméstico: Receta para reducir las emisiones de CO₂. <https://www.tierra.org/el-compostaje-domestico-receta-para-reducir-las-emisiones-de-co2/>
- Ansorena, J., Batalla, E., & Merino, D. (2011). Evaluación de la calidad y usos del compost como componente de sustratos, enmiendas y abonos orgánicos. Laboratorio Agroambiental Fraisoro, Fraisoro Etxaldea.
https://cdn.blueberriesconsulting.com/2015/07/pdf_000304.pdf
- Buechel, T. (2017). Uso del lixiviado de compost en sustrato. Promix.
<https://www.pthorticulture.com/es-us/centro-de-formacion/uso-del-lixiviado-de-compost-en-sustratos>
- Cepymenews. (2018, 9 de agosto). 9 estrategias de atención al cliente.
<https://cepymenews.es/estrategias-atencion-cliente-haran-crecer-negocio>
- Compostadores. (s.f.). Sostenibilidad en estado puro: Lixiviados.
<https://www.compostadores.com/index.php/descubre-el->

[compostaje/vermicompostaje/181-lixiviados.html](http://compostaje.vermicompostaje/181-lixiviados.html)

Conciencia Eco. (2017, 13 de febrero). 10 ventajas ambientales del compostaje.

<https://www.concienciaeco.com/2017/02/13/10-ventajas-ambientales-del-compostaje/>

Corena Luna, M. de J. (2008). Sistemas de tratamientos para lixiviados generados en rellenos sanitarios. Universidad de Sucre.

<https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/304/2/628.44564C797.pdf>

CreceNegocios. (2003, 23 de agosto). El eslogan o lema publicitario.

<https://www.crecenegocios.com/el-eslogan-o-lema-publicitario/>

Ecologistas en Acción. (2005). Las ventajas ambientales del compostaje.

<https://www.ecologistasenaccion.org/3453/las-ventajas-ambientales-del-compostaje/>

ENEK. (2013). Compostaje de estiércoles en agricultura ecológica.

https://agricultura.gencat.cat/web/.content/03-agricultura/pae/publicacions-material-referencia/produccions-agricoles/adobat/Compostaje_estiercoles_ENEEK.pdf

FAO. (s.f.). Manual de compostaje del agricultor. <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>

Gestores de Residuos. (2013). Las emisiones de gases de efecto invernadero de compostaje doméstico pueden considerarse nulas. <https://gestoresderesiduos.org/noticias/las-emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero-de-compostaje-domestico-pueden-considerarse-nulas>

Gómez Tejada, S. M. (2012, 26 de enero). Comunicación integrada de marketing: Un enfoque hacia la publicidad.

<https://www.eoi.es/blogs/scarlinmarcelinagomez/2012/01/26/comunicacion-integrada-demarketing-un-enfoque-hacia-la-publicidad>

Harmonia.la. (s.f.). Cómo aprovechar los restos de comida para hacer compostaje casero.

<https://www.wearephenix.com/es/blog/2021/03/16/como-aprovechar-los-restos-de-comida-para-hacer-compost/>

Icontec. (s.f.). Producción de compost NTC 5167. <https://tienda.icontec.org/gp-ntc-productos-para-la-industria-agricola-productos-organicos-usados-como-abonos-o-fertilizantes-y-enmiendas-o-acondicionadores-de-suelo-ntc5167-2022.html>

Lozada Bermeo, J. D. (2009). Caracterización de los lixiviados generados en el proceso de compostaje provenientes de residuos orgánicos de plaza de mercado y su uso como complemento nutricional para cultivos hidropónicos.

<https://ciencia.lasalle.edu.co/items/322c3801-bda4-433f-9d41-28c7270d7b0b/full>

Otiniano, A. J., Florián, L. M., Sevillano, R. B., & Amez, S. B. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. Universidad Nacional Agraria La Molina. [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292006000100009)

[34292006000100009](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292006000100009)

Oviedo Ocaña, E. R., Marmolejo Rebellón, L. F., & Torres Lozada, P. (2017). Avances en investigación sobre el compostaje de biorresiduos en municipios menores de países en desarrollo. Lecciones desde Colombia. Universidad Industrial de Santander.

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432017000100031)

[77432017000100031](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432017000100031)

Parra, K. (2016). Método de evaluación de impacto ambiental. SENA.

<https://prezi.com/lagyyzregsq/metodos-de-evaluacion-de-impacto-ambiental/>

Prada Millán, Y., & Granada, C. A. (2016). Caracterización del lixiviado agroecológico a partir del proceso de compostaje de residuos orgánicos de cultivos agroecológicos. Universidad de Manizales.

https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/2765/Prada_Millan_Yolvi_2016.pdf

Proyecto 3R. (s.f.). Proyecto para el aprovechamiento de residuos orgánicos en la localidad de Suba. Universidad Piloto de Colombia.

<https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/11499/PROYECTO%20PARA%20EL%20APROVECHAMIENTO%20DE%20RESIDUOS%20ORG%20NICOS%20EN%20LA%20LOCALIDAD%20DE%20SUBA.pdf?sequence=1>

Röben, E. (2002). Manual de compostaje para municipios. Loja, Ecuador.

<https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sial-sialtrujillo/archivos/public/docs/424.pdf>

Román, P., Martínez, M. M., & Pantoja, A. (2013). Manual del compostaje del agricultor:

Experiencias de América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la

Alimentación y la Agricultura (FAO). <https://www.fao.org/4/i3388s/i3388s.pdf>

Romero Batallán, C. A. (2010). Aprovechamiento integral de lixiviados. Universidad de Salamanca.

https://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/76570/1/DIQT_Romero_Batallan_C_Aprovechamiento_integral.pdf

Sánchez Ramos, D. (2013-2014). Métodos de evaluación del impacto ambiental. Escuela de

Ingenieros Cárnicos, Canales y Puertos de la Ciudad Real, UCLM.

<https://blog.uclm.es/davidsanchezramos/tecnicas-de-evaluacion-de-impacto-ambiental/>

Storino, F. (2017). Compostaje descentralizado de residuos orgánicos domiciliarios a pequeña escala [Tesis de maestría]. Universidad Pública de Navarra.

<https://www.compostaenred.org/documentacion/TESIS%20Francesco%20Storino.pdf>

UAESP. (s.f.). Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de

metodologías de compostaje y lombricultura (Contrato interadministrativo 369).

http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf