



Proyecto Integración

Modelo de negocio para el desarrollo de envases Biodegradables y compostables con borra de
café

Integrantes:

Diego Alejandro Orjuela Luna

Michael Smith Beltrán Lara

Juan Sebastián González Huertas

Tutor:

Diana Carolina Beltrán Peña

Ingeniería Industrial Facultad

de Ingeniería

Bogotá, 2025

Tabla de contenido

1. RESUMEN EJECUTIVO	4
2. INTRODUCCIÓN.....	5
3. OBJETIVO GENERAL.....	6
4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
6. JUSTIFICACIÓN.....	7
7. MARCO TEÓRICO DEL PROYECTO.....	8
8. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS.....	10
9. MARCO DE REFERENCIA.....	12
10. ANÁLISIS DE RESTRICCIONES	13
11. METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN Y DESARROLLO	14
12. IMPACTO AMBIENTAL Y BENEFICIOS	15
13. COSTOS DE PRODUCCIÓN.....	23
❖ Materia prima.....	23
❖ Costos de producción	24
❖ Fijos generales	25
❖ Resumen	26
14. ANÁLISIS DE LOS COSTOS Y ROI	28
15. ANÁLISIS DE RIESGO GENERAL.....	31

16. RIESGO PERIÓDICO (CÍCLICO O DE OPERACIÓN REGULAR)	32
17. IDENTIFICACIÓN DE GESTIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD	32
18. HERRAMIENTAS PARA IDENTIFICAR LOS RIESGOS	33
19. CUMPLIMIENTO REGULATORIO	33
❖ Normativas en Colombia.....	34
❖ Normativas internacionales.....	34
❖ Certificaciones recomendadas	34
20. PLAN PARA MITIGAR RIESGOS	35
21. CONCLUSIONES.....	36
22. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	37

1. Resumen ejecutivo

Este documento presenta el modelo de negocio para el desarrollo y comercialización de envases biodegradables y compostables utilizando borra de café como materia prima, el objetivo es reducir el impacto ambiental causado por los plásticos de un solo uso, promoviendo alternativas sostenibles dentro de la economía circular.

2. Introducción

El uso excesivo de envases plásticos ha generado una crisis ambiental debido a su lento proceso de degradación y a la contaminación de ecosistemas terrestres y marinos. Paralelamente, la industria cafetera produce grandes cantidades de borra de café como residuo. Este proyecto plantea el aprovechamiento de la borra de café para la creación de envases biodegradables, contribuyendo a la reducción de residuos plásticos y fomentando una producción más sostenible.

3. Objetivo General

Desarrollar un modelo de negocio sostenible para la producción y comercialización de envases biodegradables a partir de la borra de café.

4. Objetivos específicos

- Identificar el segmento de mercado objetivo adecuado para la comercialización de envases biodegradables en Colombia.
- Establecer alianzas estratégicas con actores de la cadena cafetera para asegurar la recolección sostenible de la borra de café.
- Determinar los costos de producción asociados en una solución de ingeniería sostenible.
- Diseñar una propuesta de valor alineada con la sostenibilidad y economía circular, Que comunique los beneficios ambientales y sociales.

5. Planteamiento del problema

Uno de los principales retos ambientales en la actualidad es la contaminación generada por los plásticos de un solo uso y la acumulación de residuos provenientes de la industria cafetera. En Colombia, la producción anual de plástico alcanza aproximadamente 1,4 millones de toneladas, una gran parte de las cuales termina en vertederos o en ecosistemas naturales, afectando gravemente el medio ambiente.

Por otro lado, la borra de café, un subproducto abundante en la industria, es desechada sin una adecuada reutilización, lo que representa una oportunidad desaprovechada para la economía circular. En este contexto, surge la necesidad de encontrar soluciones innovadoras que reduzcan la dependencia del plástico y fomenten el aprovechamiento de los residuos orgánicos.

El presente modelo de negocio propone la transformación de la borra de café en materia prima para la elaboración de envases biodegradables y compostables. Esta alternativa no solo contribuiría a

la disminución del impacto ambiental causado por los desechos plásticos, sino que también promovería una gestión más sostenible de los residuos agroindustriales. La implementación de este proyecto permitiría reducir la generación de desechos sólidos, impulsar el desarrollo de tecnologías amigables con el medio ambiente y fomentar la adopción de materiales biodegradables en el sector de empaques.

En definitiva, el problema radica en la necesidad de encontrar soluciones ecológicas que mitiguen la contaminación plástica y optimicen el uso de subproductos industriales. La conversión de la borra de café en envases biodegradables representa una respuesta viable a esta problemática, alineada con las tendencias de sostenibilidad y economía circular que buscan reducir el impacto ambiental de los procesos productivos.

6. Justificación

En Colombia, la industria del café es una de las más representativas del país, generando grandes volúmenes de residuos, entre ellos la borra de café, un subproducto generalmente desechado sin un aprovechamiento óptimo (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2022). Al mismo tiempo, el uso de envases plásticos sigue en aumento, lo que representa un problema ambiental crítico debido a su lenta degradación y su impacto negativo en los ecosistemas. Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2021), en el país se generan aproximadamente 1.4 millones de toneladas de residuos plásticos al año, de los cuales solo el 30% se recicla. Este panorama ha impulsado la necesidad de desarrollar alternativas sostenibles que contribuyan tanto a la reducción de residuos plásticos como al aprovechamiento de subproductos agrícolas, alineándose con tendencias globales de economía circular y sostenibilidad (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2023).

Este proyecto busca diseñar un modelo de negocio para la fabricación y comercialización de envases biodegradables y compostables a base de borra de café en Colombia, integrando innovación, sostenibilidad y viabilidad económica. Estudios previos han demostrado que la borra de café posee

propiedades que pueden ser aprovechadas para la fabricación de bioplásticos y materiales compostables (Gómez et al., 2021). La investigación permitirá analizar la factibilidad técnica del material, la demanda del mercado, los costos de producción y los beneficios ambientales que estos envases podrían generar en comparación con los convencionales (Centro de Innovación y Desarrollo Sostenible, 2022).

Desde el punto de vista ambiental, la producción de envases compostables contribuiría a la reducción de residuos plásticos y al aprovechamiento eficiente de la borra de café. Económicamente, esta propuesta ofrecería nuevas oportunidades de negocio y generación de empleo en sectores como la agroindustria, el empaquetado sostenible y el reciclaje (Cámara de Comercio de Bogotá, 2023). A nivel social, promovería un cambio en los hábitos de consumo y mayor conciencia sobre el impacto ambiental de los materiales de un solo uso (Foro Económico Mundial, 2023).

En conclusión, este estudio no solo responde a una problemática ambiental urgente, sino que también propone una alternativa innovadora con potencial para fortalecer la sostenibilidad en la industria del café y el sector de empaques en Colombia. La generación de un modelo de negocio estructurado permitirá evaluar su viabilidad y facilitar su implementación en el mercado, impulsando la transición hacia un consumo más responsable y un desarrollo económico sostenible (Banco Mundial, 2023)

7. Marco Teórico del Proyecto

El desarrollo de envases biodegradables y compostables a partir de borra de café se fundamenta en los principios de la economía circular, la ingeniería de materiales y la gestión ambiental. La economía circular promueve la reducción de desechos y el aprovechamiento de subproductos industriales, transformándolos en recursos reutilizables para nuevas aplicaciones. Esta metodología busca minimizar el impacto ambiental y optimizar el uso de los materiales en los distintos procesos productivos.

En los últimos años, las investigaciones sobre bioplásticos y materiales biodegradables han evidenciado que los residuos agroindustriales pueden convertirse en soluciones innovadoras dentro del sector de empaques sostenibles. Se ha explorado el uso de diversos polímeros naturales, tales como el almidón, la celulosa y la lignina, en la fabricación de envases ecológicos, demostrando que estos materiales pueden sustituir eficientemente los plásticos convencionales.

Diversos estudios han confirmado que la borra de café, debido a su composición rica en celulosa y lignina, posee un gran potencial para ser utilizada en la elaboración de bioplásticos y envases compostables. Su aplicación no solo contribuiría a la disminución de desechos orgánicos, sino que también aportaría una alternativa sostenible para la industria del embalaje. Además, este tipo de envases se degradan en un periodo significativamente menor en comparación con los plásticos derivados del petróleo, lo que reduce la acumulación de residuos en el medio ambiente.

El desarrollo de materiales biodegradables también ha sido impulsado por la regulación internacional sobre la reducción del uso de plásticos de un solo uso. Normativas como la Directiva de Plásticos de la Unión Europea y diversas leyes ambientales implementadas en América Latina han fomentado la investigación y adopción de tecnologías sostenibles en el sector de empaques. Dichas regulaciones han incentivado la transición hacia materiales más ecológicos, promoviendo así la innovación en el diseño y producción de envases amigables con el medio ambiente.

En este contexto, la implementación de envases biodegradables elaborados con borra de café representa una solución viable y alineada con los objetivos de desarrollo sostenible. Su aplicación en la industria del embalaje permite no solo reducir la dependencia de los plásticos tradicionales, sino también mejorar la gestión de residuos orgánicos mediante su reincorporación en los ciclos productivos. Esta estrategia contribuye a un modelo de producción y consumo más responsable, en el que los materiales tienen un ciclo de vida prolongado y su impacto ambiental se minimiza.

Identificando el segmento de mercado adecuado para la comercialización de envases biodegradables en Colombia, podemos cumplir este objetivo con lo anterior mente mencionado, y se

realizó un análisis del mercado colombiano evidenciando una tendencia creciente hacia el consumo responsable y la preferencia por productos sostenibles, especialmente en sectores como alimentos, bebidas y cosmética natural, (Cámara de Comercio de Bogotá, 2023; Ministerio de Ambiente, 2021). Se identificaron tres segmentos clave: cafeterías artesanales, restaurantes ecológicos y consumidores eco-conscientes. Con base en estos perfiles, se estimó que una penetración inicial del 2 % permitiría alcanzar el punto de equilibrio financiero del proyecto, lo cual valida la viabilidad comercial del producto.

Nuestra propuesta de valor se enfoca en transformar un residuo orgánico utilizado la borra de café en un producto ecológico de alto valor añadido, promoviendo un modelo de economía circular. El producto cumple criterios de compostabilidad, reduce el uso de plásticos convencionales, y genera beneficios ambientales, económicos y sociales. Esta propuesta se basa en los principios de la economía circular en donde podemos tener un modelo de negocio que sea sostenible. Como reducción de plásticos de un solo uso, reutilización del residuo orgánico y valor social agregado.

8. Análisis de requerimientos

Para garantizar el éxito del modelo de negocio propuesto, es fundamental definir con claridad los requerimientos clave. Esto permite desarrollar una solución efectiva y evitar problemas en fases avanzadas. Los principales puntos a considerar son:

- **Intención del modelo de negocio:** Crear un esquema viable para la producción y comercialización de envases biodegradables hechos con borra de café, asegurando su impacto ambiental positivo y su viabilidad económica.
- **Verificación de parámetros del mercado:** Evaluación de la demanda de envases biodegradables, preferencias del consumidor y viabilidad de implementación en

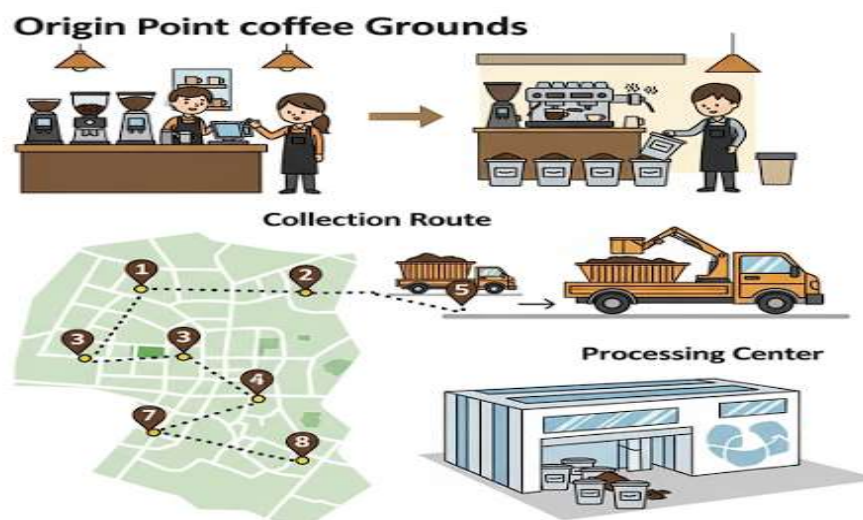
diferentes sectores.

- **Estimación de características financieras y operativas:** Análisis de costos de producción, retorno de inversión esperado, escalabilidad del modelo y necesidades logísticas.
- **Establecer estrategias nacionales de distribución y alianzas comerciales para la recolección de la borra de café:** Primero si recolectamos la borra de café mediante los convenios de cafeterías, café bares, y asociaciones de caficultores, se puede aprovechar el residuo, segundo la distribución nacional del producto se puede aprovechar las redes sociales para distribuir de venta directa a las empresas, así mismo como la participación en ferias verdes.

Mapa de recolección:

Debemos Garantizar el suministro de la borra de café, por eso se estableció que en la medida de las cafeterías presenten un acumulativo de la borra de café, se puede recoger un buen nivel de este producto en el cual se puede transportar hasta donde este la planta de producción.

A continuación, se representa un esquema de la recolección de la borra de café.



9. Marco de referencia

El modelo de negocio para el desarrollo de envases biodegradables y compostables a partir de borra de café se fundamenta en los principios de la economía circular, la ingeniería de materiales y la gestión ambiental.

La economía circular propone la reutilización de residuos industriales para la fabricación de nuevos productos, minimizando el impacto ambiental. Según el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2023), la adopción de materiales biodegradables contribuye a la reducción de residuos plásticos y promueve alternativas más sostenibles. Este modelo busca cerrar el ciclo de vida de los materiales, aprovechando subproductos como la borra de café para la fabricación de envases ecológicos.

Se han demostrado que la borra de café contiene celulosa y lignina, compuestos esenciales en la producción de bioplásticos y materiales compostables (Gómez et al., 2021). En la última década, estudios realizados en instituciones como el Instituto Tecnológico del Perú (ITP, 2022) y la Universidad Nacional de Colombia (2023) han desarrollado prototipos de envases biodegradables utilizando residuos orgánicos, validando su viabilidad técnica.

El desarrollo de envases biodegradables debe alinearse con normativas ambientales internacionales y locales. En Colombia, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2021) ha establecido estrategias para reducir los plásticos de un solo uso. A nivel internacional, regulaciones como la Directiva de Plásticos de la Unión Europea (2021) promueven el uso de materiales compostables, incentivando la innovación en empaques sostenibles.

Según la Cámara de Comercio de Bogotá (2023), el mercado de empaques biodegradables ha crecido un 20% en los últimos años, impulsado por consumidores y empresas que buscan alternativas

más ecológicas. Grandes cadenas de alimentos y bebidas han comenzado a reemplazar envases plásticos por opciones biodegradables, lo que representa una oportunidad de negocio para este proyecto.

En este contexto, la implementación de envases biodegradables elaborados con borra de café no solo contribuye a la reducción de residuos plásticos, sino que también responde a una creciente demanda de productos sostenibles en el sector de empaques.

10. Análisis de restricciones

El desarrollo de este modelo de negocio enfrenta una serie de restricciones que deben ser abordadas para garantizar su viabilidad. Entre ellas se encuentran:

- **Restricciones Ambientales:** Cumplimiento de normativas ambientales sobre reducción de plásticos y certificaciones para productos biodegradables.
- **Restricciones Económicas:** Disponibilidad de financiamiento para la implementación del negocio, costos de producción y barreras arancelarias para la comercialización internacional.
- **Restricciones Legales:** Regulaciones gubernamentales sobre empaques biodegradables, certificaciones requeridas y políticas de sostenibilidad en el sector.
- **Restricciones de Salud y Seguridad:** Asegurar que los materiales utilizados sean seguros para el contacto con alimentos y que el proceso de fabricación cumpla con estándares de higiene.
- **Restricciones Socioculturales:** Evaluación de la aceptación del producto en el mercado, resistencia al cambio en industrias tradicionales y barreras de adopción por parte de los consumidores.

11. Metodología para la Selección y Desarrollo

El diseño de envases biodegradables debe seguir un proceso riguroso de evaluación y optimización para garantizar su viabilidad técnica y económica. La metodología de selección y desarrollo incluye los siguientes pasos:

- **Selección de Materiales**

La borra de café es rica en celulosa y lignina, lo que le otorga propiedades estructurales útiles para la fabricación de envases. Sin embargo, requiere la incorporación de biopolímeros como el ácido poliláctico (PLA) o almidones modificados para mejorar su resistencia mecánica y flexibilidad.

- **Procesamiento y Moldeo**

El material compuesto se somete a procesos de secado, molienda y mezclado con biopolímeros en proporciones óptimas. Se pueden emplear técnicas como:

- Moldeo por compresión que es ideal para envases rígidos con alta resistencia estructural.
- Extrusión y termo formado adecuado para envases flexibles y de menor grosor.
- Evaluación de Propiedades de los materiales.
- Antes de su comercialización, los envases deben cumplir con ciertos requisitos técnicos:
- Resistencia mecánica pruebas de tracción y compresión para garantizar la durabilidad del envase.
- Hidrofobicidad y la evaluación de la absorción de humedad y tratamiento superficial para mejorar la estabilidad en ambientes húmedos.

- Tiempo de degradación y medición del tiempo de descomposición en condiciones de compostaje controladas.
- Errores Frecuentes y Recomendaciones que pueda presentar el cliente final.
- A lo largo del desarrollo de envases biodegradables, pueden surgir errores que afectan su calidad y viabilidad comercial.

A continuación, se presentan los problemas más comunes y sus soluciones.

Error Frecuente	Causa	Recomendación
Fragilidad del material	Baja cohesión de las partículas de borra de café	Incorporar biopolímeros naturales que actúen como aglutinantes
Degradación prematura en ambientes húmedos	Alta absorción de agua	Aplicar recubrimientos biodegradables que aumenten la resistencia a la humedad
Costos de producción elevados	Procesos ineficientes y materias primas costosas	Optimizar técnicas de fabricación e investigar incentivos gubernamentales
Falta de certificaciones ambientales	Desconocimiento de normativas internacionales	Cumplir con estándares como ASTM D6400 y EN 13432

Tabla 1. Evaluación de Propiedades

12. Impacto Ambiental y Beneficios

La fabricación de productos biodegradables a partir de borra de café presenta diversas alternativas innovadoras y ecológicas, que ofrecen múltiples beneficios al sustituir los

plásticos tradicionales y otros materiales no sostenibles, optimizando los procesos de producción. A continuación, se detallan los impactos ambientales y los beneficios derivados del uso de borra de café en la creación de estos productos biodegradables.

- **Reducción de la Contaminación por Plástico**

La contaminación causada por los plásticos de un solo uso es un problema global, ya que los plásticos convencionales no son biodegradables, lo que significa que permanecen en los ecosistemas durante largos períodos, afectando tanto la fauna como la flora. Al utilizar borra de café para la creación de productos, se reduce significativamente este impacto, ya que el material tiene un efecto mucho menor sobre el medio ambiente.

- **Sustitución del Plástico de Un Solo Uso**

Los envases fabricados a partir de borra de café tienen la capacidad de reemplazar los plásticos convencionales, los cuales tardan siglos en descomponerse. Dado que los productos hechos con borra de café son biodegradables, se descomponen de manera natural sin liberar sustancias tóxicas, lo que contribuye a la protección del medio ambiente.

Reducción de la Acumulación de Plásticos en Vertederos

El uso de productos biodegradables elaborados con borra de café ayuda a disminuir la cantidad de plásticos que se acumulan en los vertederos, reduciendo la carga de residuos difíciles de gestionar y contribuyendo a una solución más sostenible para el manejo de desechos.

- **Problema Ambiental Global:**

El plástico de un solo uso ha llegado a ser uno de los mayores problemas ambientales en todo el mundo. Las estadísticas muestran que solo el 9% del plástico se recicla de manera efectiva, mientras que el resto termina en vertederos, océanos o se acumula en la naturaleza durante cientos de años, liberando sustancias tóxicas. En este contexto, la necesidad de alternativas biodegradables es crucial para reducir los impactos negativos de los plásticos.

- **Productos Biodegradables a Base de Borra de Café**

Los productos biodegradables derivados de la borra de café ofrecen una alternativa viable a los plásticos tradicionales. La borra de café, un residuo agrícola que comúnmente se desecha, se convierte en un recurso renovable y accesible que, una vez transformado, se biodegrada rápidamente, contribuyendo a la reducción de la contaminación. Este proceso de transformación es una aplicación clara de la economía circular, en la que los residuos se convierten en recursos.

- **Economía Circular: Un Modelo Sostenible**

La economía circular se basa en el principio de "cerrar el ciclo" de los recursos, asegurando que los materiales permanezcan en uso durante el mayor tiempo posible y minimizando la generación de residuos. Este modelo contrasta con el sistema lineal tradicional de "tomar, hacer, desechar", y promueve la reutilización, el reciclaje y la recuperación de materiales.

- **Reducción de Residuos**

Al utilizar borra de café como materia prima, se aprovecha un residuo agrícola que de otro modo sería desechado. En lugar de convertirse en un desperdicio que contamina el medio ambiente, este residuo se convierte en un producto útil y rentable.

- **Reciclaje Biológico**

Los productos biodegradables fabricados con borra de café se descomponen naturalmente al final de su vida útil, sin dejar residuos peligrosos o contaminantes, lo que contribuye a la regeneración del suelo y la salud del ecosistema.

- **Implicaciones para la Agricultura y la Industria del Café**

La industria del café produce grandes cantidades de borra de café como residuo. Este subproducto tiene un alto potencial para ser reciclado y utilizado en la producción de envases biodegradables, lo que ofrece oportunidades para los agricultores y productores de café.

- **Nuevo Valor Económico:**

La borra de café, que antes se desechaba o se utilizaba como abono, puede generar ingresos adicionales para los agricultores, creando una fuente de valor económico para un residuo que de otro modo no se aprovecharía.

- **Apoyo a la Agricultura Local**

Este enfoque puede beneficiar a las comunidades agrícolas locales, ya que se abre un nuevo mercado para la venta de borra de café, lo que también impulsa la economía circular en las áreas rurales.

- **Reducción de Residuos Orgánicos**

Aprovechar la borra de café como materia prima disminuye la cantidad de desechos generados por la industria cafetera, reduciendo su impacto ambiental.

- **Disminución de Plásticos Convencionales**

La sustitución de plásticos derivados del petróleo por materiales biodegradables contribuye a la reducción de la contaminación y la dependencia de recursos fósiles.

- **Compostabilidad y Retorno a la Naturaleza**

Los envases fabricados con borra de café pueden degradarse en condiciones de compostaje en un periodo de 3 a 6 meses, convirtiéndose en nutrientes para el suelo sin generar residuos tóxicos.

- **Costos y Viabilidad Económica**

Si bien la fabricación de envases biodegradables presenta desafíos económicos, su viabilidad a largo plazo depende de la optimización del proceso y la aceptación del mercado.

- **Creación de Productos de Valor Agregado**

El uso de borra de café no se limita a la producción de envases. Se pueden explorar otros productos biodegradables como utensilios, embalajes, e incluso textiles. Estos productos no

solo tienen aplicaciones industriales y comerciales, sino que también pueden ser utilizados en la creación de nuevos productos innovadores.

- **Innovación en Materiales**

El uso de residuos agrícolas para crear nuevos materiales podría abrir la puerta a una mayor innovación en diversas industrias, reduciendo la dependencia de los plásticos convencionales y fomentando la investigación y el desarrollo de nuevas soluciones sostenibles.

- **Diversificación de Productos**

La diversificación de la línea de productos, a partir de un mismo material reciclado, tiene un alto potencial para penetrar diferentes mercados, desde la moda hasta la construcción.

8. Beneficios Sociales de la Economía Circular

La economía circular no solo tiene beneficios ambientales, sino que también tiene un fuerte componente social. Al fomentar el reciclaje y la reutilización de materiales, se crean nuevas oportunidades de empleo y se contribuye al desarrollo económico de las comunidades locales.

- La transición hacia un modelo de economía circular crea nuevos puestos de trabajo en las áreas de recolección, procesamiento y producción de materiales biodegradables. Esto contribuye a la creación de una economía más inclusiva.

- Promover la economía circular también implica educar a los consumidores sobre la importancia de la sostenibilidad, lo que puede cambiar los hábitos de consumo hacia opciones más responsables y sostenibles.

9. Potencial para la Expansión en Mercados Internacionales

La creciente demanda global de productos sostenibles, especialmente en mercados ecológicos, presenta una oportunidad para la expansión de los productos biodegradables derivados de la borra de café.

- **Mercados Internacionales:** La tendencia hacia la sostenibilidad en países desarrollados está impulsando la demanda de productos ecológicos. Esto representa una gran oportunidad para exportar productos biodegradables a mercados internacionales que están adoptando políticas más estrictas sobre el uso de plásticos.
- **Normativas Globales:** La implementación de políticas de reducción de plásticos a nivel global refuerza la necesidad de alternativas sostenibles, como los productos biodegradables de borra de café, abriendo puertas a la expansión comercial.

10. Consideraciones y Desafíos para la Escalabilidad

Si bien los beneficios de los productos biodegradables basados en borra de café son claros, también existen desafíos para escalar la producción y garantizar la sostenibilidad a largo plazo.

Desarrollo de Nuevas Aplicaciones: Además de los envases, la borra de café posee un gran potencial para ser empleada en diversas industrias, como la fabricación de materiales de

construcción ecológicos, textiles biodegradables y productos cosméticos. Esta diversificación podría ampliar su mercado y aumentar la demanda de productos innovadores y sostenibles.

Certificaciones Ecológicas: Obtener certificaciones internacionales de sostenibilidad fortalecería la confianza en el producto y abriría nuevas oportunidades en mercados regulados, como los sectores alimentario y farmacéutico, donde los estándares medioambientales son cada vez más estrictos.

Incentivos Gubernamentales: Aprovechar los incentivos y subsidios gubernamentales destinados a la producción de productos ecológicos podría mejorar la rentabilidad y acelerar la adopción de productos biodegradables, impulsando el crecimiento de la industria y promoviendo un modelo de negocio más sostenible.

Alianzas Estratégicas: Establecer asociaciones con grandes marcas y empresas comprometidas con la sostenibilidad facilitarían la aceptación de los productos en el mercado, ampliando su distribución y aprovechando los canales de venta y la reputación que ya tienen estas compañías en el mercado global.

Recolección Sostenible de Borra de Café: Desarrollar una cadena de suministro responsable y sostenible para la recolección de borra de café, involucrando a los productores en el proceso de recolección y transporte, mejoraría la trazabilidad y la calidad del material, además de ofrecer un modelo de negocio que beneficie a los agricultores.

Análisis de Impacto Ambiental y Social: Llevar a cabo estudios continuos sobre el impacto ambiental y social de los productos derivados de la borra de café podría proporcionar

información crucial para mejorar los procesos y resaltar el valor de la economía circular, demostrando los beneficios tangibles de este modelo sostenible.

Mercado de Exportación: Expandir las operaciones hacia mercados internacionales que ya adoptan normativas estrictas sobre sostenibilidad y productos biodegradables, como Europa y América del Norte, sería una excelente oportunidad para ampliar el negocio y aumentar la presencia global de los productos.

13. Costos de Producción

❖ Materia prima

Componente	Cantidad (kg)	Costo unitario (Cop)	Costo total (Cop)	Explicación
PLA	1540	\$ 10.000	\$ 15.400.000	70 % del peso total de 2 200 kg (precio negociado a 10 000 Cop/kg)
Borra de café	660	0	0	30 % del peso total — donación de cultivo aliado (sin costo)

Tabla 2. Materia prima

❖ **Costos de producción**

Categoría	Subcategoría	Valor (COP)	Explicación
Costo Directo			
Directo	Materia prima total	\$ 15.400.000	Suma de PLA y borra (ver hoja materia prima)
Directo	Mano de obra directa (2 operarios)	\$ 3.000.000	Salario base mensual
Directo	Cargas laborales operarios (30 %)	\$ 900.000	Prestaciones y seguridad social sobre salarios
Directo	Energía y agua de proceso	\$ 600.000	Consumo utilidades durante secado, mezclado y moldeo
TOTAL		\$ 19.900.000	
Costo Indirecto			
Indirecto	Mantenimiento + QC	\$ 1.000.000	Mantenimiento preventivo maquinaria y control de calidad
Indirecto	Logística interna	\$ 300.000	Movimientos internos y almacenamiento
Indirecto	Otros indirectos	\$ 200.000	Contingencias indirectas menores
TOTAL		\$ 1.500.000	

Tabla 3. Costos de Planeación

❖ **Fijos generales**

Categoría	Subcategoría	Valor (COP)	Explicación
Costo Directo			
Fijo	Salario administrativo	\$ 1.500.000	Gerencia/administración de la planta.
Fijo	Cargas administrativas (30 %)	\$ 450.000	Prestaciones y seguridad social del administrativo.
Fijo	Depreciación maquinaria	\$ 500.000	Amortización lineal sobre 30 M en 60 meses.
Fijo	Comunicaciones & TI	\$ 200.000	Internet, telefonía y servicios cloud.
Fijo	Papelería / software	\$ 150.000	Insumos de oficina y licencias básicas.
Fijo	Servicios varios (sin arriendo)	\$ 500.000	Seguros y otros servicios menores sin arriendo.
TOTAL		\$ 3.300.000	
Costo Directo			
General	Marketing & RRSS	\$ 500.000	Publicidad digital y campaña ecológica.
General	Contable / legal	\$ 300.000	Servicios de contabilidad, impuestos y legal.
General	Distribución externa	\$ 600.000	Flete hacia clientes / última milla.
TOTAL		\$ 1.400.000	

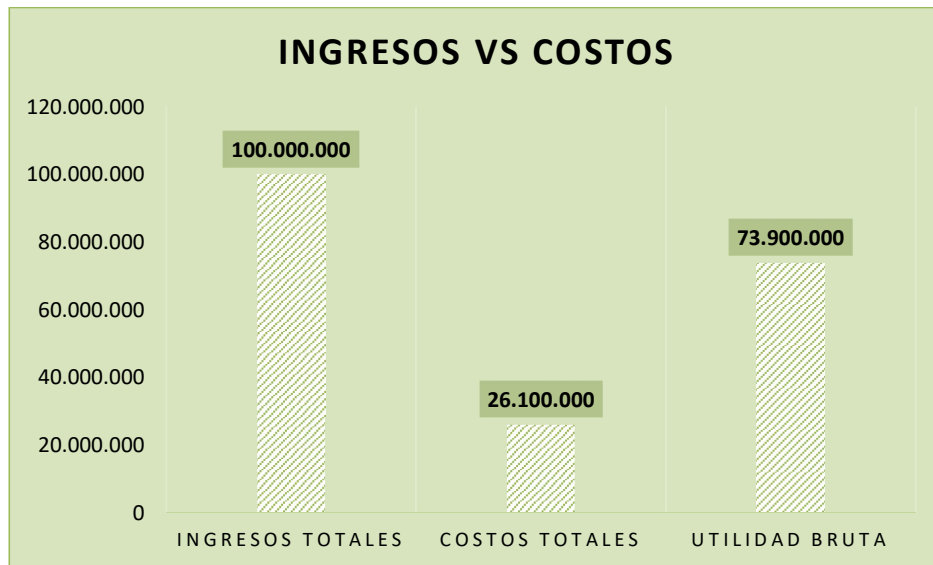
Tabla 4. Fijos generales

❖ **Resumen**

Indicador	Valor	Explicación
Total costos directos	\$ 19.900.000,00	Materia prima + MOD + cargas + energía
Total costos indirectos	\$ 1.500.000,00	Mantenimiento, logística, contingencias
Total costos fijos	\$ 3.300.000,00	Gastos que no varían con volumen (sin arriendo)
Total gastos generales	\$ 1.400.000,00	Marketing, contabilidad y distribución
Costo total lote (100 000 Uds.)	\$ 26.100.000,00	Suma de todos los costos para el lote
Costo unitario promedio	\$ 261,00	Costo promedio por envase
Precio de venta unitario	\$ 1.000,00	Precio objetivo de mercado ecológico
Ingresos lote	\$ 100.000.000,00	Ventas estimadas lote completo
Utilidad bruta lote	\$ 73.900.000,00	Ingresos - costos lote
Margen bruto (%)	73,9%	Utilidad / ingresos × 100
Punto de equilibrio (Uds.)	\$ 26.100,00	Volumen mínimo para cubrir costos
Capital de trabajo 3 meses	\$ 76.800.000,00	Operar 3 meses antes de cobrar facturas
Inversión fija (maquinaria + adecuaciones)	\$ 33.500.000,00	Equipos y adecuaciones iniciales

Tabla 5. Resumen financiero

- **Materia prima:** La borra de café es un recurso abundante y de bajo costo.
- **Procesamiento:** La inversión en equipos especializados puede ser alta, pero se amortiza con la producción a gran escala.
- **Certificaciones y normativas:** Cumplir con estándares internacionales puede aumentar los costos iniciales, pero facilita la entrada a mercados globales.



Grafica 1. Ingresos VS Costos

- **Cronograma del proyecto**

<i>Fase</i>	<i>Fecha Inicio</i>	<i>Fecha Fin</i>	<i>Descripción</i>
<i>Desarrollo de Prototipo</i>	<i>Semana 1</i>	<i>Semana 16</i>	Desarrollar un prototipo básico
<i>Estudio de Impacto Ambiental</i>	<i>Semana 16</i>	<i>Semana 24</i>	En esta fase se analizará el ciclo de vida del producto, su impacto medioambiental y huella de carbono.
<i>Plan de Reciclaje y Compostaje</i>	<i>Semana 24</i>	<i>Semana 32</i>	Desarrollar un protocolo para el reciclaje y compostaje de los envases al final de su vida útil.
<i>Informe Técnico de Materiales y Procesos</i>	<i>Semana 28</i>	<i>Semana 32</i>	En esta fase se detallará la composición exacta de los materiales, propiedades del envase, y se describirá el proceso de fabricación.

14. Análisis de los costos y ROI

Análisis Detallado de Costos y Retorno sobre la Inversión (ROI)

Los costos asociados al desarrollo del proyecto para producir envases biodegradables utilizando borra de café mezclada con ácido poliláctico (PLA) se dividen en varias categorías claramente definidas: materia prima, costos directos, indirectos, fijos y generales. Cada categoría se explica detalladamente a continuación.

La materia prima utilizada comprende principalmente PLA y borra de café. El PLA representa el 70% del peso total con 1.540 kg a un costo de COP 10.000 por kg, sumando un total de COP 15.400.000. Este polímero es adquirido a través de proveedores certificados, asegurando estándares de calidad y cumplimiento normativo. Por otra parte, la borra de café, que constituye el 30% restante con 660 kg, se obtiene mediante alianzas estratégicas con cafeterías locales, sin incurrir en costos adicionales.

En cuanto a los costos directos, estos incluyen principalmente la materia prima total (COP 15.400.000), la mano de obra directa de dos operarios (COP 3.000.000 mensuales), cargas laborales adicionales por prestaciones y seguridad social equivalentes al 30% del salario (COP 900.000 mensuales) y los costos de energía y agua necesarios para procesos de secado, molienda y moldeo (COP 600.000 mensuales). Esto genera un total de costos directos mensuales de COP 19.900.000.

Los costos indirectos consideran aspectos complementarios al proceso productivo como el mantenimiento preventivo de maquinaria y control de calidad (COP 1.000.000 mensuales), además de la logística interna para manejo y desplazamiento de materiales y producto terminado (COP 500.000 mensuales), totalizando COP 1.500.000 mensuales.

Los costos fijos, independientes del volumen de producción, incluyen el salario administrativo (COP 1.500.000 mensuales), cargas administrativas equivalentes al 30% del salario administrativo (COP 450.000 mensuales), depreciación de la maquinaria adquirida (COP 500.000 mensuales), servicios de

comunicaciones y tecnologías de la información (COP 200.000 mensuales) y gastos en papelería y software (COP 150.000 mensuales), con un total mensual de COP 3.300.000.

Adicionalmente, los gastos generales abarcan marketing, contabilidad y distribución comercial, sumando COP 1.400.000 mensuales.

El costo total para la producción de un lote de 100.000 unidades asciende a COP 26.100.000.

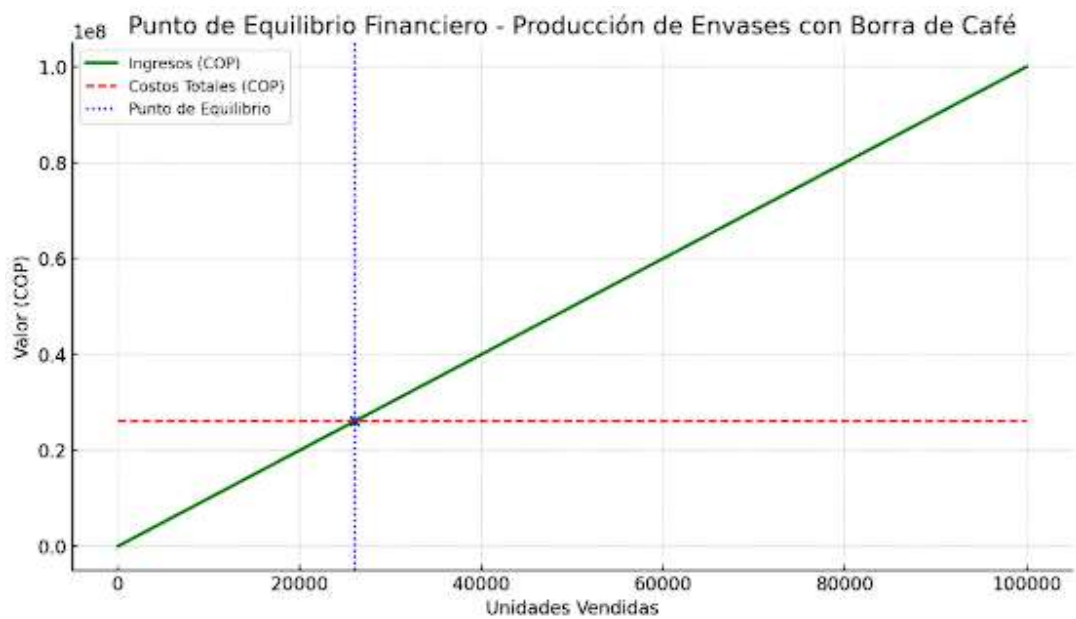
Retorno sobre la Inversión (ROI) a un Año:

- La proyección de ingresos anuales se basa en la venta estimada de 100.000 unidades mensuales, a un precio unitario de COP 1.000, resultando en ingresos anuales proyectados de COP 1.200.000.000. Considerando los costos totales anuales (COP 26.100.000 mensuales multiplicado por 12 meses), se obtiene un costo anual total de COP 313.200.000. Por lo tanto, la utilidad bruta anual estimada sería de COP 886.800.000.
- El ROI estimado se calcula dividiendo la utilidad anual por los costos anuales totales y multiplicando por 100, dando como resultado aproximadamente un 283%, indicando una alta rentabilidad potencial del proyecto.

VARIABLES CRÍTICAS A CONSIDERAR:

- Volatilidad en el precio del PLA en el mercado.
- Estabilidad en el suministro gratuito de borra de café.
- Variabilidad en los costos energéticos debido a cambios en tarifas o consumos.
- Riesgos relacionados con tiempos muertos o mantenimientos no planificados de la maquinaria.

Nota: Este análisis permite una evaluación integral de la viabilidad financiera del proyecto, destacando claramente los puntos críticos que podrían influir en su desempeño y rentabilidad a largo plazo. En el cual podemos ver en la siguiente gráfica con esto podemos tener un análisis de lo que se habló anterior mente.



15. Análisis de riesgo general

En este proyecto, los riesgos están ligados a factores **ambientales, técnicos, económicos, legales y de mercado**. A continuación, se identifican los más relevantes:

Tipo de Riesgo	Descripción	Impacto	Probabilidad
Riesgo técnico	Fragilidad del material por cohesión baja de partículas de borra	Alto	Media
Riesgo de humedad	Degradación prematura del envase en ambientes húmedos	Alto	Alta
Riesgo financiero	Altos costos iniciales por maquinaria y certificaciones	Alto	Alta
Riesgo regulatorio	Incumplimiento de normativas internacionales (ASTM D6400, EN 13432)	Medio-Alto	Media
Riesgo de aceptación	Rechazo del producto por parte de consumidores acostumbrados al plástico convencional	Medio	Media
Riesgo operativo	Falta de experiencia en procesos de producción de bioplásticos	Medio	Alta
Riesgo ambiental inverso	Uso de biopolímeros no certificados o no compostables en ciertas condiciones	Bajo	Baja

Tabla 6. Análisis de riesgo general

16. Riesgo Periódico (Cíclico o de Operación Regular)

Se refiere a riesgos que pueden repetirse a lo largo del ciclo de vida del producto o del proceso productivo. En este caso:

- **Fallas en la recolección constante de borra de café** (por estacionalidad o fallos logísticos).
- **Variaciones en la calidad del residuo:** contenido de humedad o contaminación que puede afectar la mezcla.
- **Problemas en el secado o almacenamiento:** lo que puede derivar en hongos o pérdida de propiedades del material.
- **Riesgos de lote defectuoso:** por mala proporción de componentes, alteraciones de temperatura o presión en moldeo.

Estos riesgos deben monitorearse de forma periódica en cada fase de producción (recolección, mezcla, moldeo y almacenaje).

17. Identificación de gestión de la productividad

La productividad en este proyecto depende de: Optimización del tiempo de procesamiento (moldeo, secado y mezclado). Rendimiento por lote: cantidad de envases útiles producidos frente al total de mezcla procesada. Reducción de desperdicio: maximizar el aprovechamiento de la borra de café sin excedente, uso eficiente de energía: en procesos como secado o termo formado para gestionar la productividad se deben establecer:

- ❖ Indicadores clave (KPIs) como:
 - % de producto conforme por lote
 - Tiempo promedio de producción por envase
 - Costos por unidad producida
 - Estándares de operación y control de calidad por cada fase del proceso

18. Herramientas para identificar los riesgos

Aquí algunas herramientas útiles para el proyecto:

Herramienta	Función
Análisis FODA	Identifica amenazas externas y debilidades internas
Diagrama de Ishikawa	Permite ver causas-raíz de posibles fallas en materiales, procesos o logística
Matriz de riesgos (Impacto/Probabilidad)	Prioriza los riesgos más críticos para mitigarlos con antelación
Lista de chequeo de riesgos operativos	Verifica factores críticos por etapa de producción
Análisis AMFE (FMEA)	Evalúa modos de falla en el diseño del envase y los efectos potenciales
Simulación de escenarios	Ayuda a prever el impacto de variaciones de costos o interrupciones del suministro

Tabla 8. Herramientas para identificar riesgos.

19. Cumplimiento Regulatorio

El éxito del modelo de negocio depende en gran medida de cumplir con **normativas nacionales e internacionales** que garanticen que los productos sean seguros, compostables y aptos para su uso. Aquí los aspectos clave:

❖ **Normativas en Colombia**

- **Ley 2232 de 2022:** Prohíbe el uso de plásticos de un solo uso en ciertas aplicaciones y promueve alternativas biodegradables.
- **Resolución 1407 de 2018 (Min Ambiente):** Define la gestión de envases y empaques y exige responsabilidad extendida del productor.
- **INVIMA (si hay contacto con alimentos):** Para envases destinados al sector alimenticio, se debe cumplir con estándares sanitarios.

❖ **Normativas internacionales**

- **ASTM D6400:** Especifica los requisitos para plásticos compostables en instalaciones de compostaje industrial.
- **EN 13432 (Unión Europea):** Define que los envases deben biodegradarse en menos de 6 meses y no dejar residuos tóxicos.
- **ISO 17088:** Estándar internacional para plásticos compostables y su seguridad ambiental.

❖ **Certificaciones recomendadas**

- Certificación **OK Compost** (TÜV Austria)
- **Certificación de producto biodegradable** por organismos reconocidos (como BPI)
- **ISO 14001:** Para sistemas de gestión ambiental si se desea exportar o escalar industrialmente.

20. Plan para Mitigar Riesgos

Un plan de mitigación eficaz permite actuar preventivamente ante riesgos potenciales. Aquí se proponen medidas concretas para cada categoría de riesgo:

Riesgo Identificado	Medidas de Mitigación
Fragilidad del material	Mezclar con PLA o almidones modificados como aglutinante natural. Probar proporciones óptimas.
Degradación en humedad	Aplicar recubrimientos biodegradables (ej. cera vegetal). Validar resistencia con pruebas.
Costos altos de producción	Usar maquinaria compartida (coworking productivo), buscar incentivos verdes o fondos para economía circular.
Falta de certificación	Capacitación en normativas, asesoría técnica y acompañamiento con entidades como ICONTEC o Min Ambiente.
Rechazo del consumidor	Realizar campañas educativas sobre compostabilidad, participar en ferias verdes, hacer pruebas de producto.
Variabilidad de materia prima	Establecer convenios con cafeterías y cadenas estables de suministro. Implementar protocolo de calidad.
Problemas técnicos en producción	Implementar prototipo por fases, pruebas piloto y mejora continua (PDCA).
Incertidumbre del mercado	Validar el modelo de negocio con encuestas, prototipos MVP, y pivoteo según retroalimentación.
Legalidad en comercialización	Consultar con abogados o asesores en temas de propiedad intelectual, licencias y etiquetado regulado.

Tabla 1. Materia prima

21. Conclusiones

- El proyecto logro formular un modelo de negocio viable para la producción y comercialización de envases biodegradables.
- Se evidencia la practica sostenible reutilizando el residuo agrícola.
- Se logró el objetivo de los costos y rentabilidad del modelo para el análisis de la viabilidad del proyecto.
- El modelo tiene un gran potencial de expansión en mercados ecológicos y de exportación en países, con una amplia línea de negocios.

22. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2022). Informe anual de sostenibilidad. https://www.federaciondecafeteros.org/informe_sostenibilidad_2022.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). *Estrategia nacional para la gestión sostenible de plásticos de un solo uso.*

Gómez, L., Pérez, M., & Rodríguez, A. (2021). Propiedades mecánicas de bioplásticos elaborados a partir de residuos de café. *Revista de Materiales Sostenibles*, 15(3), 45-58.

Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers.* Wiley. Fuente principal del Business Model Canvas, el cual estructuramos para tu proyecto.

Chesbrough, H. (2006). *Open Business Models: How to Thrive in the New Innovation Landscape.* Harvard Business School Press.

Jemio, D. (2024). "Una taza hecha con la borra de café para revalorizar los residuos orgánicos". *El País*.

Universidad Nacional de Colombia (UNAL). (2023). "El plástico de nueva generación hecho con residuos de café". *Novaciencia*.

Instituto Tecnológico del Perú (ITP). (2022). "Crean prototipo de envases biodegradables con cáscaras de café y nuez amazónica". *Andina*.

Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM) y Colcafé. (2024). "En Medellín crean un vaso biodegradable con residuos de café". *Alcaldía de Medellín*.

Castro Grinstein, C. (2023). "Convirtió un desecho en un negocio con reconocimiento internacional". *La Nación*.

Pham, T. T. H., Phan, T. T., Le, T. T. T., & Nguyen, T. T. (2022). *Recycling spent coffee grounds into high-value products*. *Frontiers in Chemical Engineering*, 4, 838605.

<https://doi.org/10.3389/fceng.2022.838605>

European Commission. (s.f.). *Single-use plastics*.

https://environment.ec.europa.eu/topics/plastics/single-use-plastics_en

International Coffee Organization. (2023). *Coffee development report 2022–2023*.

<https://www.icocoffee.org/documents/cy2024-25/coffee-development-report-2022-23.pdf>