

**ESTUDIO DE LA VIABILIDAD DE LOS BIOPLÁSTICOS A BASE DE ALMIDÓN EN
COLOMBIA POR MEDIO DEL ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE DOS MATERIAS
PRIMAS: LA PAPA Y EL MAÍZ**

**JUAN DAVID CASAS HUACA
LEIDY LORENA GUERRERO DAZA**

**MONOGRAFÍA, PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE PROYECTOS**

Orientador:

**JULIÁN ANDRÉS GÓMEZ VARGAS
MSC OFICIAL EN COOPERACION INTERNACIONAL AL DESARROLLO
DISCIPLINA ACADÉMICA COOPERACION Y DESARROLLO**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS
BOGOTÁ D.C.**

2021

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del Director de la Especialización

Firma del calificador

Bogotá D.C., septiembre de 2021

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro.

Dr. Mario Posada García-Peña.

Concejero Institucional.

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña.

Vicerrectora Académica y de Investigación.

Dra. Alexandra Mejía Guzmán.

Vicerrector Administrativo y Financiero.

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro.

Secretario General.

Dr. José Luis Macías Rodríguez.

Decano Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas.

Dr. Marcel Hofstetter Gascon.

Director Especialización en Gerencia de Proyectos.

Dr. Julián Andrés Gómez Vargas.

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables de los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	10
OBJETIVOS	12
1. MARCO TEORICO	13
2. ANÁLISIS CUALITATIVO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS BIOPLÁSTICOS EN COLOMBIA	17
3. ESTUDIO TÉCNICO	24
3.1. Propiedades del almidón	24
3.1.1. Fuentes de obtención	24
3.1.2. Usos industriales del almidón	24
3.2. Selección de materias primas y proceso productivo	24
3.2.1. Selección de materias primas	24
3.2.2. Proceso	25
3.3. Extracción para el almidón de la papa	25
3.4. Extracción para el almidón de maíz	26
3.5. Producción de bioplástico	28
3.6. Maquinaria	30
4. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FINANCIERA	33
4.1. Costo de equipos	33
4.2. Costo de insumos	34
4.3. Costo de personal	35
4.4. Costos Indirectos de producción	36
4.5. Flujo de caja	36
5. ESTUDIO LEGAL	41
5.1. Normatividad Internacional	41
5.1.1. Norma ISO 17556:2012	41
5.1.2. Norma ASTM D-5488-94-d	41
5.2. Normativas generales aplicables en Colombia	42
5.2.1. Decreto-Ley 3573 de 2011	42
5.2.2. Decreto N°0383	42

5.2.3. <i>Ley 99 de 1993</i>	43
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS	44
7. CONCLUSIONES	46
BIBLIOGRAFIA	47
ANEXOS	52

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Clasificación de plásticos	13
Figura 2. Representación de almidón	14
Figura 3. Estructura de la amilosa	14
Figura 4. Estructura de la amilopectina	15
Figura 5. Matriz ERIC	17
Figura 6. Matriz DOFA	18
Figura 7. Matriz PESTEL	22
Figura 8. Proceso de extracción de almidón de papa	25
Figura 9. Proceso de extracción de almidón de maíz	26
Figura 10. Proceso de obtención de bioplástico	28

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Análisis de factores externos	19
Tabla 2. Análisis de factores internos	20
Tabla 3. Balance de masa en proceso de síntesis de bioplástico a base de maíz	29
Tabla 4. Balance de masa en proceso de síntesis de bioplástico a base de papa	29
Tabla 5. Maquinaria	30
Tabla 6. Costo de equipos	32
Tabla 7. Costo de insumos para el proceso del maíz	33
Tabla 8. Costo de insumos para el proceso de la papa	33
Tabla 9. Costo de personal	34
Tabla 10. Costos indirectos	35
Tabla 11. Inversiones	36
Tabla 12. Financiamiento	36
Tabla 13. Amortización de deuda bancaria	37
Tabla 14. Flujo de caja-maíz como materia prima	37
Tabla 15. Flujo de caja-papa como materia prima	38
Tabla 16. Evaluación financiera-maíz como materia prima	38
Tabla 17. Evaluación financiera-papa como materia prima	39

RESUMEN

En la presente monografía se pretende realizar un estudio de la viabilidad para el desarrollo de bioplásticos a base de almidón en Colombia por medio de un análisis comparativo entre dos materias primas, las cuales son la papa y el maíz, que se basa en un estudio cualitativo y cuantitativo.

El primer capítulo contiene el marco teórico con el objetivo de contextualizar y enfatizar conceptos que son requeridos para mayor conocimiento del proyecto. Por otro lado, se encuentra la justificación del producto de estudio con todas sus características.

El segundo capítulo consiste en el desarrollo del análisis cualitativo, con el fin de conocer la situación, el entorno y el impacto que pueden generar los bioplásticos en Colombia. Se utilizan como herramientas las matices ERIC, DOFA y PESTEL para generar estrategias internas y externas en la producción de bioplástico.

El tercer capítulo se basa en un estudio técnico que establece las propiedades del almidón, la selección de materias primas, el proceso productivo del almidón de maíz, almidón de papa y bioplástico. Se realiza un análisis de la maquinaria que se necesita para obtener el producto.

El cuarto capítulo pertenece al estudio de factibilidad financiera, en donde se elabora la comparación de las dos materias primas para la producción de bioplástico basado en almidón. Se procede a determinar los costos de equipos, costos de insumos, costos de personal, costos indirectos de producción y por último un flujo de caja para concluir qué materia prima tiene mejor rendimiento en el proceso productivo.

Finalmente, en el quinto capítulo se muestra en general la normatividad internacional que tienen los plásticos convencionales de un solo uso, las normativas generales que se aplican en Colombia, leyes, licencias, decretos y las regulaciones para polímeros biodegradables y compostables.

Palabras clave: Bioplástico, Almidón, mejora, sostenibilidad.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el planeta se ve afectado a causa del calentamiento global y la creciente contaminación en el medio ambiente. Uno de los factores más relevantes es el exceso de plásticos en el ambiente, estos son sintéticos, ya que provienen de reservas fósiles; por lo tanto, su degradación es tan compleja que ocasiona grandes volúmenes de residuos, generando así sustancias tóxicas que contribuyen a un ambiente desfavorable para todos los individuos que habitan en él.

El problema de la acumulación de los plásticos ha persistido desde hace mucho tiempo. El entorno más afectado ha sido el ecosistema marino, “la contaminación a causa del plástico en el océano fue reportada por primera vez por científicos en la década de 1970”. (Ipsita & Visakh, 2015) Hoy en día el daño ecológico es alarmante.

El Programa de Naciones Unidas para el Medio ambiente (UNEP, por sus siglas en inglés), en 2050 existirá más basura en los océanos que peces, pues cada 2,59 kilómetros cuadrados de mar tienen 46.000 piezas de plástico flotando. Aunque desde 1970 el plástico se identificó como una amenaza para los ecosistemas marinos, solo hasta hace poco está reportado como un problema que afecta el medio ambiente mundial. (Fondo Mundial para la Naturaleza -WWF-, 2017).

Actualmente en Colombia, “el sector plástico genera 1,2 millones de toneladas por año, con ventas aproximadas de \$17 billones, entre materia prima y productos terminados.” (Camara de Comercio de Bogotá, 2019) “Se estima que un colombiano usa, en promedio, seis bolsas semanales y 22.176 a lo largo de una vida de 77 años. Este ritmo de producción y disposición de residuos plásticos es insostenible”. (Fondo Mundial para la Naturaleza -WWF-, 2017). Es un consumo exagerado, ya que solo se recicla el 5 % del plástico consumido y el otro 95% de plásticos restantes en su mayoría se dirige a rellenos sanitarios, donde estos desechos se convierten en sustancias tóxicas intratables. Ante esta situación ya se ha generado globalmente un incremento en la conciencia de las personas acerca de la bio-sostenibilidad y química verde, es así como surge la necesidad ecológica de disminuir los niveles de contaminación buscando nuevas alternativas. Una de las más trascendentales ha sido la elaboración de bioplástico, que se ajusta perfectamente a las nuevas necesidades de la industria convencional de los

plásticos. Para este proyecto se busca establecer una metodología adecuada para la producción de bioplásticos a base de almidón, teniendo como referencia dos materias primas, las cuales son la papa y el maíz.

Por otro lado, las materias primas detalladas previamente se encuentran en la industria y se proporcionan en grandes cantidades con gran potencial económico y de investigación que actualmente nadie aprovecha. Cabe destacar que la papa y el maíz tienen alto contenido de almidón (polvo fino y sin sabor), con una excelente textura para la elaboración de bioplásticos. Se realizará una investigación para determinar la materia prima más favorable y aprovechar los residuos generados por la papa y el maíz, en donde se extrae el almidón de dichas materias primas para la elaboración de un bioplástico como material amigable con el medio ambiente y que en un futuro sea implementado en cualquier utensilio de la necesidad del ser humano.

OBJETIVOS

Objetivo General

Estudiar de la viabilidad de los bioplásticos a base de almidón en Colombia por medio del análisis comparativo entre dos materias primas: la papa y el maíz.

Objetivos Específicos

- ✓ Definir ventajas y desventajas para la producción de bioplásticos a base de almidón en Colombia.
- ✓ Determinar la materia prima más favorable entre la papa y el maíz para la producción de bioplásticos a base de almidón.
- ✓ Identificar la legislación y regulación vigente para la producción de bioplásticos en Colombia.

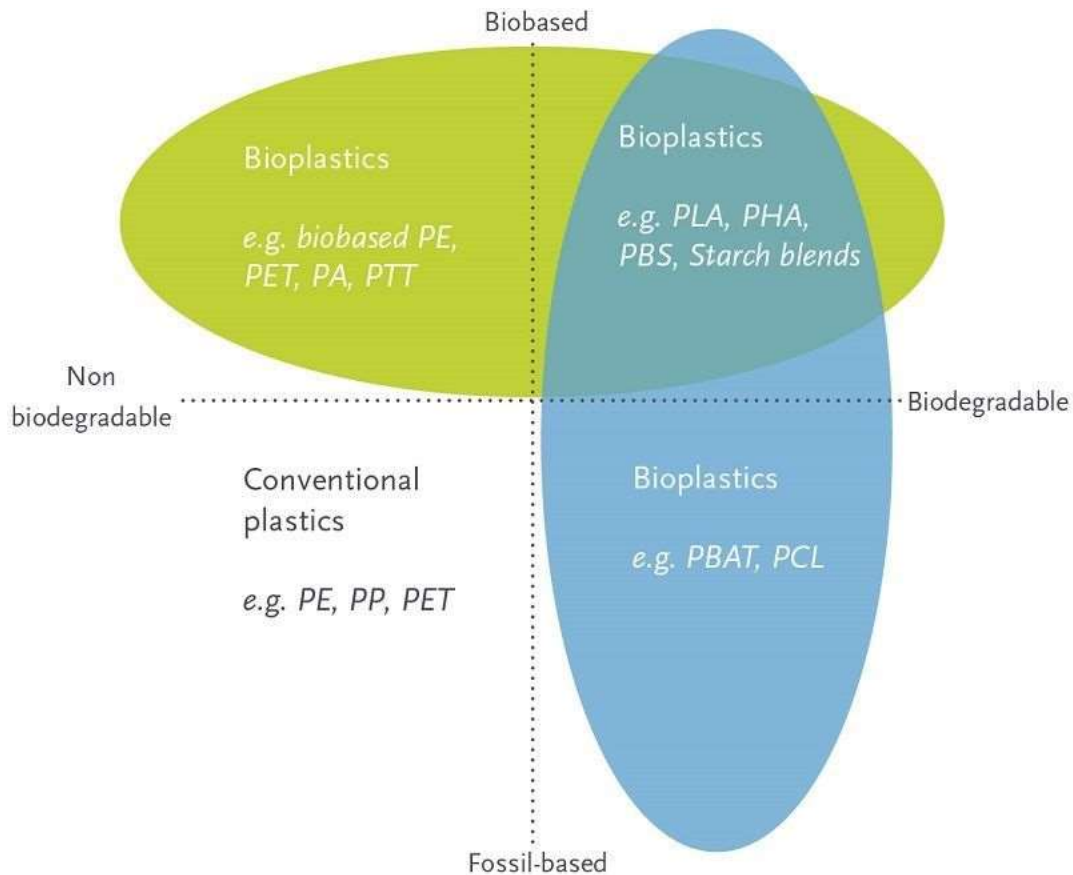
1. MARCO TEORICO

Los plásticos son materiales compuestos de resinas, proteínas y otras sustancias, que se moldean por medio de presión y temperatura. Son altamente livianos y resistentes a la degradación, lo que les facilita emplearse de empaque en cualquier gama de productos. En la industria se encuentra gran diversidad de plásticos; estos se diferencian por dos parámetros que corresponden al tipo de recurso del cual provienen y si son o no biodegradables. Los plásticos convencionales generalmente provienen de recursos no renovables como el petróleo y no se degradan con facilidad, por otro lado, los bioplásticos pueden ser polímeros que provienen de recursos no renovables y son degradables o son plásticos de origen fósil que se pueden degradar con facilidad o están los bioplásticos de polímeros obtenidos de recursos renovables, es decir, provienen de un recurso natural que se restituye fácilmente y se degrada con facilidad.

En condiciones ambientales son consumidos por microorganismos, ya que entran en un proceso de oxidación que facilita su conversión en agua, dióxido de carbono y biomasa, de modo que se reintegran al ciclo del carbono sin dejar residuos. Su descomposición posconsumo requiere entre año y medio y tres años para desaparecer y ser absorbidos por la naturaleza. Finalmente, su vida útil dura aproximadamente 18 meses después de su fabricación.

Figura 1.

Clasificación de plásticos



Nota. La figura representa la clasificación de los plásticos. Tomado de: MAKERTAN. (6 de Noviembre de 2018). La Prestampa. de Bioplásticos en artes gráficas, ¿una futura realidad?: <https://laprestampa.com/el-proceso-grafico/materiales-productos-y-soportes/bioplasticos-usos-y-aplicaciones/>

En la *Figura 1* se destaca el bioplástico *Starch blends*, el cual proviene de almidón que es un polímero de fuentes naturales constituido por gránulos y contiene una configuración macromolecular organizada en capas, con relación a su porción, su composición y su apariencia, lo cual depende de su procedencia. El almidón es el carbohidrato de mayor abundancia en la naturaleza y una de las principales reservas de energía de las plantas. “Se encuentra en diferentes fuentes como: Semillas de plantas leguminosas de lentejas y frijoles, semillas de cereales como el arroz, el trigo y el maíz, tubérculos como la papa, raíces como la yuca, hojas como las del tabaco y frutas como las manzanas (Gúzman, 2013).

Figura 2.

Representación de almidón

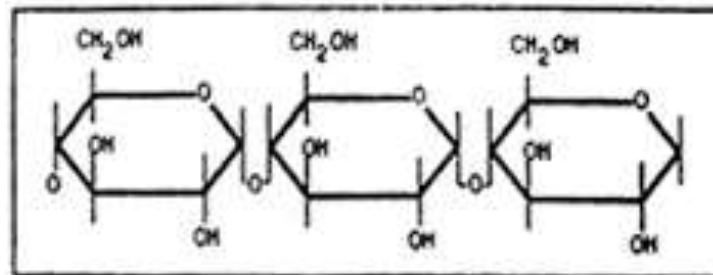


Nota. La figura representa el almidón de maíz. Tomado de: RegalosPublicitarios. (s.f.)“Novedades en los regalos publicitarios para 2021: nuevos materiales ecológicos y antibacterianos”<https://blog.regalospublicitarios.com/novedades-regalos-publicitarios-2021-materiales-ecologicos-y-antibacterianos/>

Por otro lado, el almidón está formado por dos moléculas, la amilosa y la amilopectina, “La amilosa se puede obtener tanto de almidones de origen vegetal como de origen animal, en la industria alimentaria es utilizado como espesante, estabilizante e incluso gelificante” (Ricardo, s.f.)

Figura 3.

Estructura de la amilosa



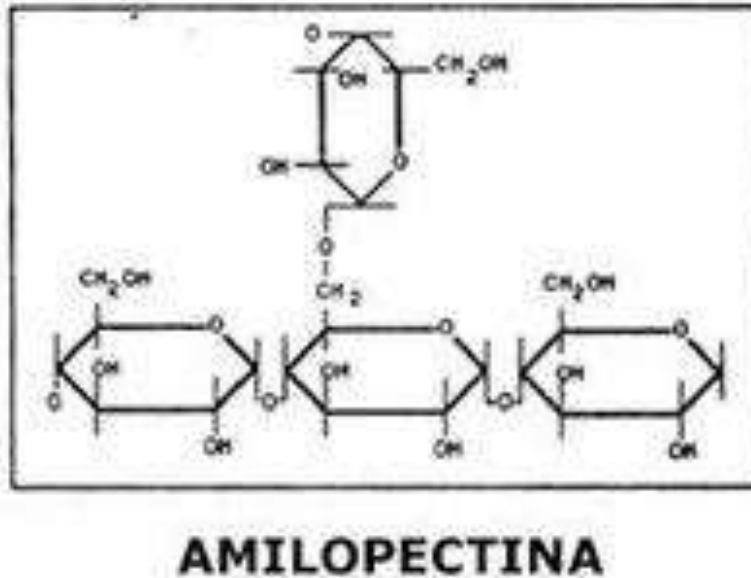
AMILOSA

Nota. La figura representa la estructura de las cadenas de amilosa. Tomado de: Cereales y Pseudocereales (s.f.) Amilosa y amilopectina, <https://971230124755617576.weebly.com/amilosa-y-amelopectina.html>

La amilopectina es una serie de ramificaciones de glucosa que constituyen más del 75% del almidón, no tiene aplicabilidad en los bioplásticos dado que su forma molecular desordenada impide llevar a cabo la plastificación o gelificación de una película de bioplástico ordenada.

Figura 4.

Estructura de la amilopectina



Nota. La figura representa la estructura de las cadenas de amilopectina. Tomado de: Cereales y Pseudocereales (s.f.) Amilosa y amilopectina, <https://971230124755617576.weebly.com/amilosa-y-amelopectina.html>

Estos dos compuestos se diferencian por su estructura. La amilosa tiene una estructura lineal ordenada compuesta por monómeros de glucosa que favorece a la polimerización para la obtención de bioplásticos, mientras que la amilopectina se compone de múltiples ramificaciones de glucosa de manera desordenada. En el desarrollo de la polimerización esta molécula es la que impide el desarrollo correcto del proceso.

2. ANÁLISIS CUALITATIVO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS BIOPLÁSTICOS EN COLOMBIA

Este capítulo profundiza en el análisis cualitativo con respecto al bioplástico que proviene de un recurso renovable y posee facilidad en degradarse, es la mejor alternativa ya que provee múltiples beneficios para el medio ambiente. Se presenta un estudio de los bioplásticos desarrollados a partir de almidón, donde se utiliza la papa y el maíz para la obtención de este. Es un proceso físico natural, en el cual no intervienen químicos tóxicos nocivos para el ambiente. A partir de esta síntesis se analizan diferentes posibilidades para incluir y aumentar la producción de bioplástico en Colombia y comparar que materia prima es más eficaz para el proceso. El objetivo principal de este diagnóstico es observar detalladamente la situación de los bioplásticos en Colombia, donde se plantean causas y efectos para incorporar estos productos en el país. A continuación, se observan las ventajas y desventajas de la producción y comercialización de los bioplásticos en Colombia:

- Ventajas

- ✓ Ahorro energético en su producción.
- ✓ Materias primas renovables.
- ✓ Disminuye las emisiones de dióxido de carbono que contamina el medio ambiente.
- ✓ Limita los residuos no biodegradables.
- ✓ No presenta ningún sabor y aroma, lo que facilita su uso en productos alimenticios.
- ✓ No contiene aditivos perjudiciales para la salud.

(Acciona, s.f.)

- Desventajas

- ✓ Alto costo de producción.
- ✓ Menor resistencia.

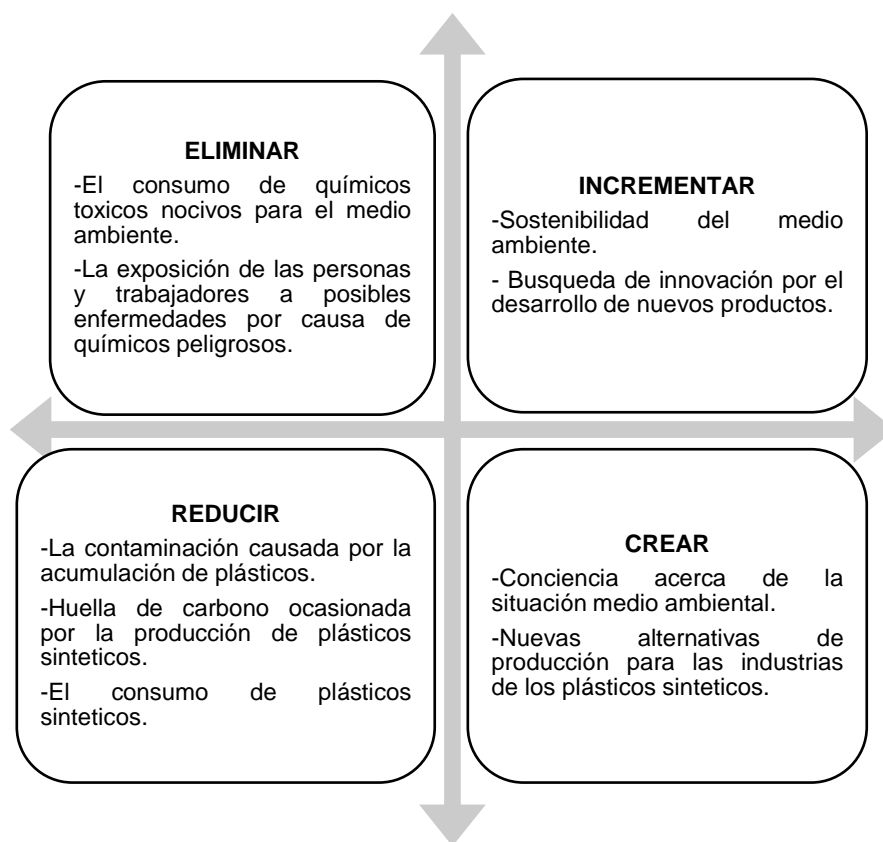
- ✓ Dificultad en la adquisición de materias primas para su producción.
- ✓ Presenta una vida útil corta.

(Rajapak S.A., 2021)

A partir de la matriz ERIC se interpretan las causas para la implementación de industrias dedicadas a la producción de los bioplásticos en Colombia:

Figura 5.

Matriz ERIC



Nota. La figura representa la matriz ERIC de la incorporación de los bioplásticos en Colombia.

El propósito de esta matriz consiste en demostrar las causas del desarrollo de la industria de los bioplásticos en Colombia, inicialmente se realiza la eliminación de químicos y reactivos que llegan a ser nocivos para la vida de las personas y el medio ambiente que normalmente se utilizan en la industria de plásticos sintéticos. El desarrollo

de los bioplásticos contribuye a la creación de nuevas tecnologías y productos sostenibles con el objetivo de crear conciencia en las personas y empresas de la situación actual al seguir utilizando plásticos de un solo uso que contaminan y deterioran el planeta.

En la siguiente matriz DOFA se consideran las posibles debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas acerca de la aplicabilidad de los bioplásticos en Colombia, en donde se analizan las partes internas y externas para el desarrollo del producto, con el fin de proponer estrategias viables para implementar la producción de bioplástico en el país.

Figura 6.
Matriz DOFA



Nota. La figura representa la matriz DOFA de la incorporación de los bioplásticos en Colombia

En esta matriz principalmente se estudian los factores internos y externos para evaluar el estado actual de la implementación del bioplástico. Por otro lado, se destacan los puntos planteados en la matriz para formular estrategias y lograr un desarrollo óptimo

del bioplástico en las industrias colombianas. A continuación, se muestra el análisis de factores externos que contiene las oportunidades y amenazas para la implementación de este nuevo producto en el país.

Tabla 1.

Análisis de factores externos

OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • La diversidad del país permite que haya disponibilidad de materias primas. • Oportunidades de adquisición por parte del cliente, ya que es un producto amigable con el medio ambiente • El producto fomenta al desarrollo de la agricultura en el país. 	<ul style="list-style-type: none"> • La competencia en el mercado del sector industrial de plástico sintético. • Los plásticos sintéticos se conservan por mucho más tiempo ya que no provienen de materias primas orgánicas • Costos elevados en la producción de Bioplásticos.

Nota. La tabla representa el análisis de los factores externos para la incorporación de los bioplásticos en Colombia.

Colombia es un país de gran biodiversidad que posee tierras fértiles para cultivar, cuenta con diferentes climas que favorecen la producción de materias primas, entre ellas el maíz y la papa. Por otro lado, diferentes sectores e industrias se benefician ya que se implementa el desarrollo de la agricultura, sostenibilidad, se genera empleo y se contribuye con un ambiente ecológico y sano. La producción de bioplástico es la mejor alternativa para contribuir con lo mencionado anteriormente, pero existen ciertas amenazas para su implementación puesto que se encuentra un porcentaje elevado de demanda y competencia en cuanto al sector de plásticos sintéticos ya que posee mejores propiedades físicas y mecánicas en cuanto a resistencia y tiempo de conservación.

- Estrategias Externas

- ✓ Colombia presenta gran diversidad de clima y cultivos que permiten la creación de un sistema apropiado de recolección de materias primas.

- ✓ Mejorar las propiedades de los bioplásticos basados en almidón para adquirir mayor cantidad de clientes.
- ✓ Fomentar la competencia ante los plásticos convencionales, ya que es un producto eco-sostenible

Por otro lado, se presenta el análisis de factores internos para determinar las fortalezas y debilidades de los bioplásticos en Colombia.

Tabla 2.

Análisis de factores internos

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Innovación en el producto ya que es un plástico amigable con el medio ambiente. • En el proceso no se utilizan los agentes tóxicos y nocivos para el medio ambiente que se usan en la producción de plástico sintético. • Las materias primas implementadas en el proceso son renovables, por lo tanto, no se pueden terminar. 	<ul style="list-style-type: none"> • El proceso productivo es costoso a comparación de las industrias del plástico sintético. • La conservación del bioplástico es menor en comparación del plástico sintético. • Complejidad en la recolección de las materias primas ya que no se encuentra constituido el sistema.

Nota. La tabla representa el análisis de los factores internos para la incorporación de los bioplásticos en Colombia.

La innovación del producto permite generar mayor atracción en el mercado y las empresas puesto que no tiene riesgos en el proceso porque no utiliza químicos tóxicos que puedan afectar negativamente al medio ambiente y a las personas implicadas en el proceso productivo. Por otro lado, se presentan ciertas inconsistencias en la producción del bioplásticos por su elevado costo de producción y su conservación en el transcurso del tiempo

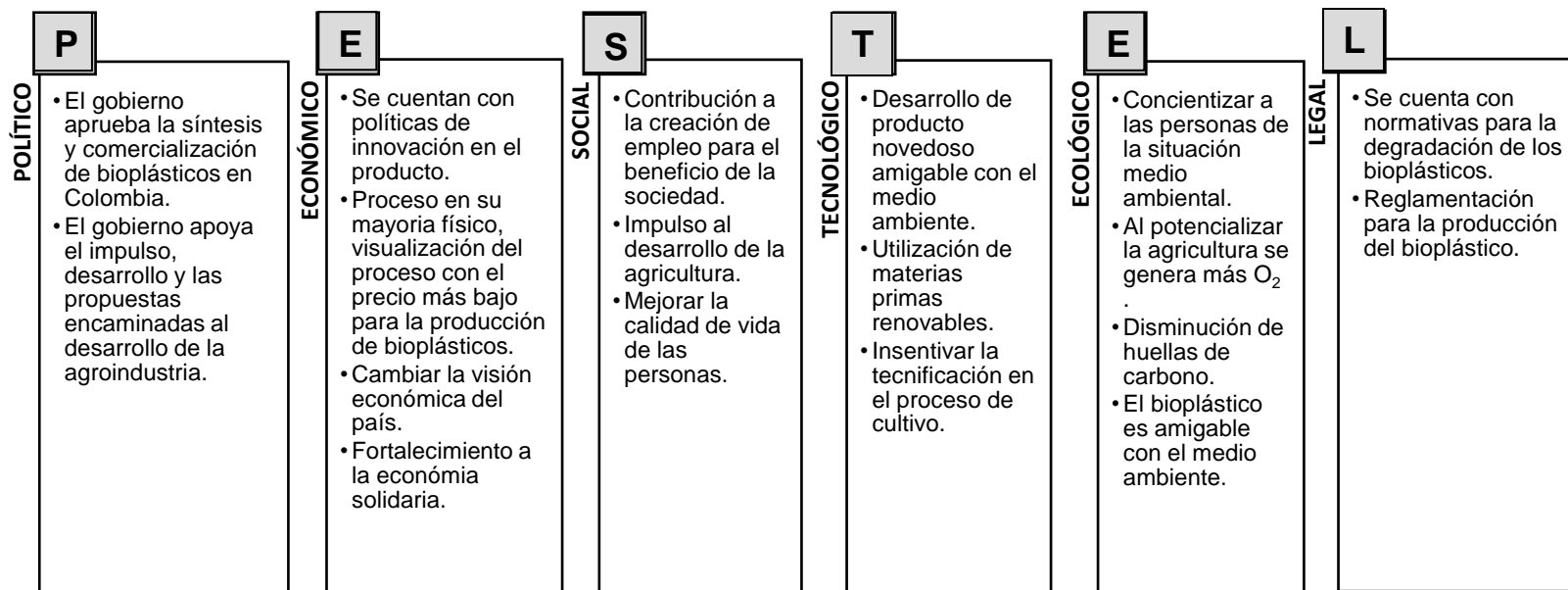
- Estrategias Internas
- ✓ Realizar estudios de optimización en el proceso para reducir su costo de producción y mejorar el grado de conservación del producto.

- ✓ Aprovechar la abundancia de materia prima con la implementación de recursos renovables en la producción de bioplásticos.
- ✓ Expansión de clientes con la Innovación del producto.

A continuación, se plantean los posibles efectos de la aplicación de los bioplásticos en Colombia, donde se analizan parámetros políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ecológicos y legales que estén involucrados en llevar a cabo el desarrollo de este producto.

Figura 7.

Matriz PESTEL



Nota. Tabla de la matriz PESTEL de la implementación de los bioplásticos en Colombia.

3. ESTUDIO TÉCNICO

3.1. Propiedades del almidón

3.1.1. Fuentes de Obtención

El almidón se obtiene a partir de materias primas biológicas tales como tubérculos, cereales y raíces, pero a nivel industrial es más recurrente la producción de este material a base de papa, yuca, maíz y trigo. Se realiza un estudio enfocado principalmente en el maíz y la papa.

El maíz es el producto del cual se extrae mayor cantidad de almidón, puesto que a nivel mundial se producen cerca de 821 mil millones de toneladas en donde China y Estados Unidos manejan el 60% de esta producción. La papa se encuentra con una producción mundial que se acerca a los 300 mil millones de toneladas y sus principales productores son China, Rusia y la Unión Europea. (Holguin, 2019).

3.1.2. Usos Industriales del Almidón

En la industria alimentaria el almidón se utiliza como protector contra la humedad, espesante y dador de textura. Por otro lado, posee bajo valor calórico lo que le permite ser aprovechado para la producción de endulzantes o edulcorantes dietéticos. El almidón en la industria no alimentaria se implementa en la producción de tela, farmacéuticos, cosméticos, papel y demás usos como por ejemplo la síntesis de bioplásticos.

3.2. Selección de materias primas y proceso productivo

3.2.1. Selección de Materias primas

Las materias primas que se implementaron en este proyecto son el maíz y la papa de las cuales se extrae el almidón para dicho proceso. El maíz es el recurso renovable más utilizado en la industria de Colombia con alto porcentaje en almidón al igual que la papa.

3.2.2. Proceso

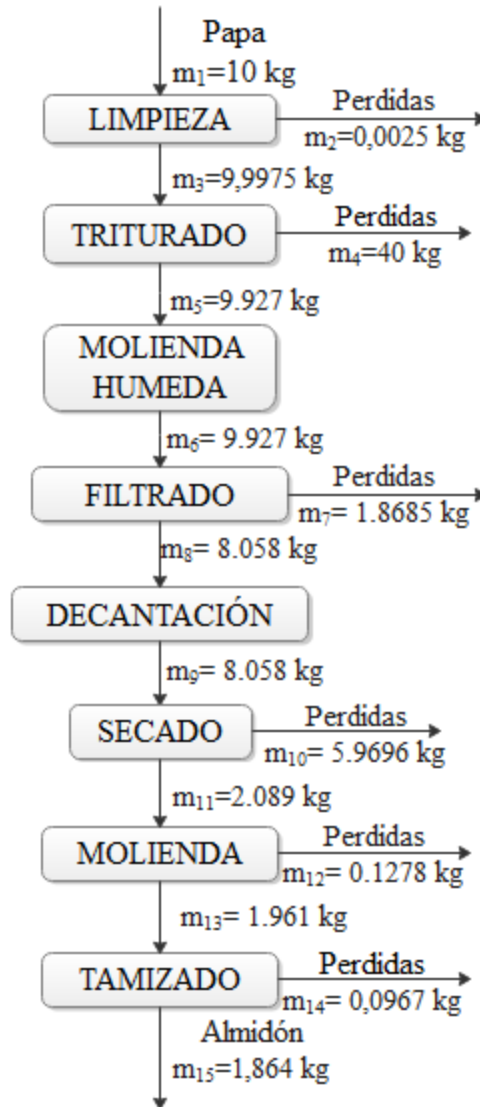
A partir de estudios e investigaciones se define la metodología adecuada para la producción de bioplásticos a partir de distintas materias primas como la papa y el maíz. El proceso para la obtención de los bioplásticos será general mediante la acetilación del almidón con glicerina y agua; el elemento diferenciador para los procesos es la implementación de diferentes materias primas para la obtención del almidón. Finalmente, se pretende identificar la idoneidad de estas y determinar el porcentaje de almidón presente para definir la materia prima y el método más eficaz en la producción de bioplásticos.

3.3. Extracción para el almidón de la papa

Para la extracción del almidón de papa se toma de muestra 10kg de papa, previamente se realiza un lavado con solución desinfectante de 200ppm; se les reduce el tamaño en cubos de 0,01m mediante una procesadora y se procede a una molienda por vía húmeda, donde se tritura la materia prima y se le adiciona 0,005kg de metabisulfito/L de agua para prevenir el pardeamiento enzimático, es decir, su oxidación por la presencia del oxígeno molecular. Se procede a un proceso de filtrado y el residuo sólido se lleva a cabo por un lavado varias veces con agua para retirar todo el almidón hasta que el líquido salga de un color transparente, luego se lleva a cabo el proceso de sedimentación de los lavados por un periodo de 1 día y se separa el agua presente. Se filtran los sedimentos para retirar las fibras de la papa que están presentes en el almidón. Finalmente, las pastas resultantes se secan en bandejas de aluminio o vidrio a temperatura ambiente y se procede a moler los almidones obtenidos en un molino pulverizador A10 S2. Por otro lado, se comienza el proceso de tamizado sobre una malla de N° 100 para obtener el almidón con un diámetro de partícula 0,000149m que se almacena en bolsas con cierre hermético de propileno en un ambiente seco para que se conserve el almidón obtenido.

Figura 8.

Proceso de extracción de almidón de papa



Nota. Proceso de extracción de almidón de papa.

3.4. Extracción para el almidón de maíz

La extracción del almidón de maíz se ejecutó mediante diferentes etapas. En primer lugar, se procedió a la maceración, molienda húmeda, filtración para separar la fracción fibra- germen, sedimentación y lavado para separar el gluten del almidón, por último, se llevó a cabo el secado del almidón. En el proceso de maceración se tomó una base de cálculo de 10kg de granos de maíz de diferente proporción y posteriormente es mezclado con 300ml de agua, esta mezcla se ingresa a un horno a una temperatura de

60°C por 40 minutos. Posteriormente la mezcla obtenida se pasa a un triturador y luego se filtra. La solución que se obtiene pasa por el proceso de sedimentación, es decir, se deja en reposo hasta lograr que el almidón este sedimentado. Después, se separa el agua residual del almidón y se procede a un lavado de almidón con agua a 40°C con el objetivo de inducir la precipitación. Finalmente, luego de tener el almidón sin residuos se introduce a un horno a 50°C durante 24 horas para ser secado y obtener el almidón para la producción de bioplástico.

Figura 9.

Proceso de extracción de almidón de maíz

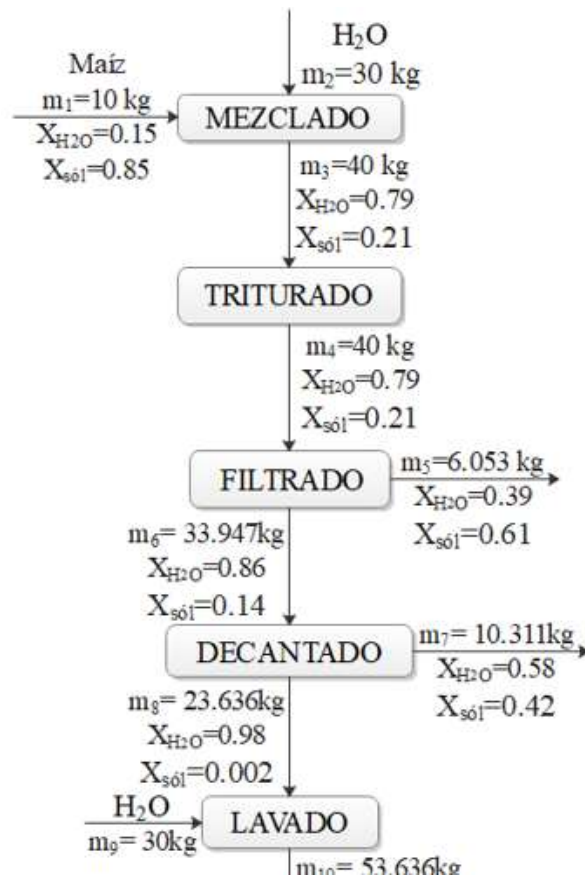
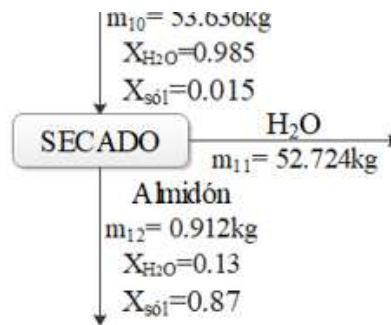


Figura 9.

(Continuación)



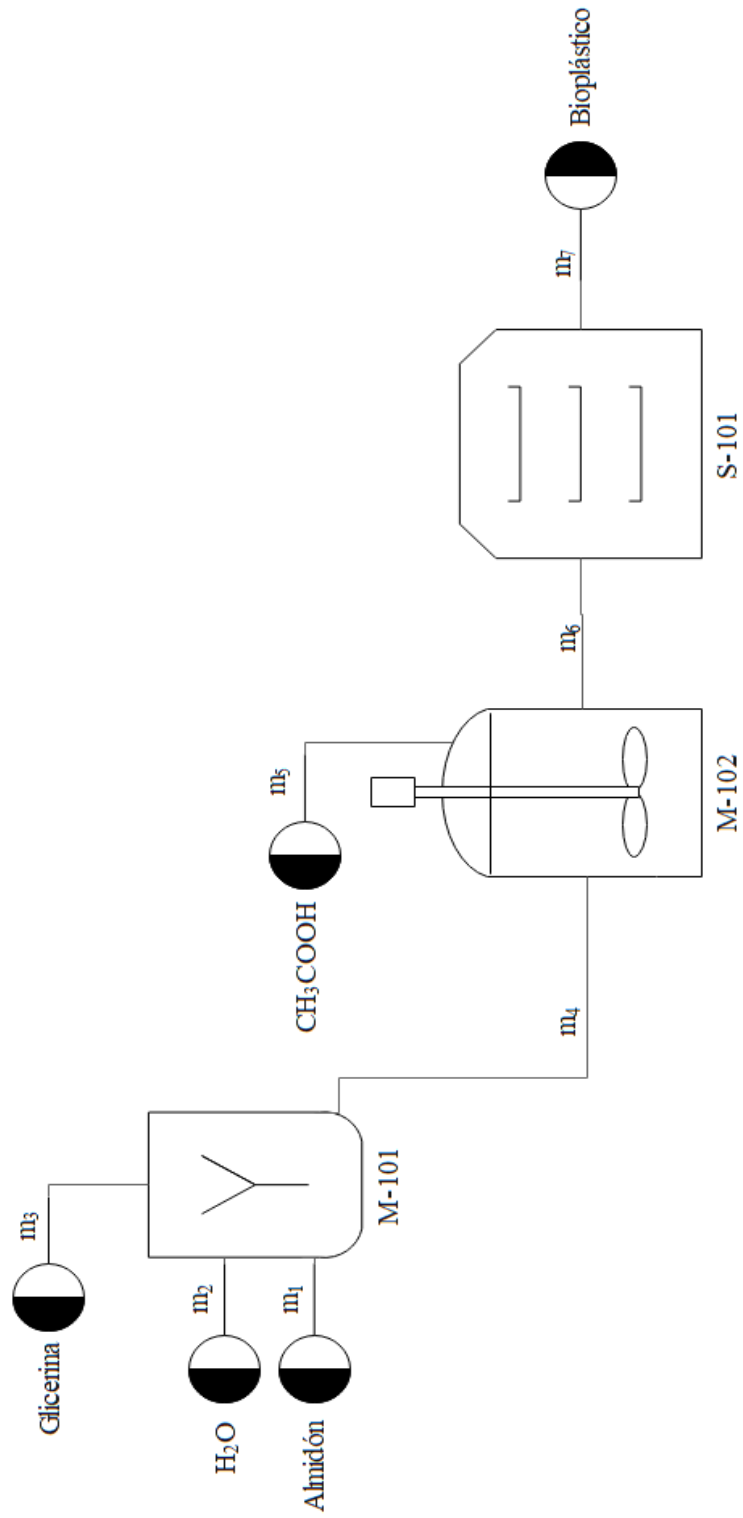
Nota. Proceso de extracción de almidón de maíz.

3.5. Producción de bioplástico

Para llevar a cabo la producción de bioplástico se tomó como referencia la metodología que describe Guzmán (2013) (Gúzman, 2013), los valores referentes están presentes en las tablas 3 y 4 que muestran la cantidad que se tiene que agregar de diferentes reactivos en cada etapa. El proceso a realizar es exactamente igual para obtener el bioplástico a partir de papa y de maíz, únicamente cambia la cantidad que ingresa de almidón de cada uno como materia prima. En primer lugar, se coloca en un recipiente agua junto con 0,912kg de almidón de maíz y 1,864kg de almidón de papa respectivamente para cada proceso, se procede a realizar un mezclado constantemente al punto de homogeneizar la mezcla a una temperatura que no exceda los 70°C. Luego se agrega gota a gota la cantidad indicada de glicerina y se mezcla periódicamente. Posteriormente se adiciona el ácido acético al 3% v/v homogenizado hasta el punto que no se distinga el vapor en la mezcla. Finalmente, se vierte la mezcla formando una capa uniforme en las placas de vidrio y se lleva a cabo el proceso de secado de las placas en un horno a temperatura de 40°C por un tiempo de 24 horas.

Figura 10.

Proceso de obtención de bioplástico.



Nota. Proceso de síntesis del bioplástico

Las tablas 3 y 4 representan el balance de masa respectivo para cada materia prima en cada una de las corrientes involucradas en el gráfico 4, el cual representa el proceso de síntesis del bioplástico, asimismo se logra identificar la cantidad de cada aditivo necesaria para tratar cierta cantidad de materia prima. En el caso del maíz la cantidad de almidón que ingresa es de 0,912 kg y se obtiene 1.692 kg de bioplástico.

Tabla 3.

Balance de masa en proceso de síntesis de bioplástico a base de maíz.

MAÍZ

CORRIENTE	m1	m2	m3	m4	m5	m6	m7
Masa [kg]	0,912	2,7105	0,3415	3,9640	0,1673	4,1313	1,6918
Xalmidón	1	0	0	0,2301	0	0,2208	0,5391
XH ₂ O	0	1	0	0,6838	0	0,6561	0,1602
X glicerina	0	0	1	0,08616	0	0,08267	0,2019
XCH ₃ COOH	0	0	0	0	1	0,04048	0,09886

Nota. Balance de masa en el proceso de síntesis para la producción de bioplástico.

Para el proceso de la papa se agregó 1,864 kg y se obtiene 3,4579 kg de bioplástico.

Tabla 4.

Balance de masa en proceso de síntesis de bioplástico a base de papa.

PAPÁ

CORRIENTE	m1	m2	m3	m4	m5	m6	m7
Masa [kg]	1,864	5,5399	0,6980	8,1019	0,3418	8,4437	3,4579
Xalmidón	1	0	0	0,2301	0	0,2208	0,5391
XH ₂ O	0	1	0	0,6838	0	0,6561	0,1602
X glicerina	0	0	1	0,08616	0	0,08267	0,2019
XCH ₃ COOH	0	0	0	0	1	0,04048	0,09886




Nota. Balance de masa en el proceso de síntesis para la producción de bioplástico.

3.6. Maquinaria

Para la extracción del almidón y la elaboración del bioplástico se utilizaron varios equipos, donde se realiza un análisis acerca de su uso y sus características principales. Estos equipos se muestran a continuación:

Tabla 5.

Maquinaria.

IMAGEN	NOMBRE DEL EQUIPO	DESCRIPCIÓN
 <p>Nota. La imagen representa un mezclador centrifugo.</p>	Mezclador centrifugo	Permite la mezcla líquido-sólido de sustancias para la obtención de mezclas viscosas.
 <p>Nota. La presente figura corresponde a un molino industrial.</p>	Molino	Reduce el tamaño de partícula de un sólido por medio de la trituración en materiales como tubérculos, frutos y vegetales.
 <p>Nota. Representación de un filtro.</p>	Filtro	Filtro de bolsa industrial que permite la separación líquido-sólido en el manejo de alimentos.

 <p>Nota. Representación de decantador.</p>	<p>Decantador</p>	<p>Separador de compuestos pesados y semipesados por medio de la suspensión de una mezcla, especializado en la industria agro-alimentaria.</p>
 <p>Nota. Representación de secador.</p>	<p>Secador</p>	<p>Elimina o reduce el exceso de humedad por medio de aire caliente en una cámara de secado.</p>
 <p>Nota. Mezclador con control de temperatura.</p>	<p>Mezclador con medidor de temperatura</p>	<p>Permite realizar un mezclado líquido-sólido con control de la temperatura en la mezcla.</p>
 <p>Nota. Representación de máquina de lavado.</p>	<p>Máquina de lavado</p>	<p>Retira las impurezas de las materias primas sólidas. Se implementan en el manejo de alimentos.</p>

Nota. Representa la maquinaria necesaria para el proceso de producción de bioplástico. Las imágenes presentes en la tabla se obtuvieron por diversas páginas web.

4. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FINANCIERA

En el presente capítulo se estudia la viabilidad financiera de la obtención de bioplástico a partir de las dos materias primas, la papá y el maíz. Se analizará detalladamente la viabilidad del proceso productivo y se puntualiza en pesos colombianos.

4.1. Costo de equipos

La siguiente tabla destaca el costo de cada una de las maquinas necesarias para implementar el proceso correctamente, las cotizaciones de los equipos se realizan a partir de la consulta de páginas web especificadas en la tabla 5.

Tabla 6.

Costo de equipos

EQUIPO	VALOR (\$ COP)	CANTIDAD	TOTAL (\$ COP)
Mezclador centrifugo	\$ 7.734.000	2	\$ 15.468.000
Molino	\$ 7.734.000	1	\$ 7.734.000
Filtro	\$ 3.286.950	1	\$ 3.286.950
Decantador	\$ 77.340.000	1	\$ 77.340.000
Secador	\$ 9.667.500	1	\$ 9.667.500
Mezclador con medidor de temperatura	\$ 13.534.500	1	\$ 13.534.500
Máquina de lavado	\$ 9.667.500	1	\$ 9.667.500

Nota. Costo de maquinaria y equipo

El costo total que representa la maquinaria es equivalente al valor de \$136'698.450 y cabe destacar que el valor de la maquinaria en los dos procesos es el mismo dado a que los dos procesos requieren la implementación de los mismos equipos.

4.2. Costo de insumos

En cuanto al costo de insumos las cotizaciones se realizan por medio de la búsqueda de valor de dichos aditivos en el mercado. Las posteriores tablas representaran el costo de cada insumo junto con la cantidad correspondiente necesaria para llevar a cabo cada proceso, es decir, el del maíz y el de la papa.

Tabla 7.

Costo de insumos para el proceso del maíz

MAÍZ			
INSUMO	VALOR [\$ COP/Kg]	CANTIDAD [Kg]	TOTAL [\$ COP]
Agua de servicio	\$ 23	62,71	\$ 1.442
Glicerina	\$ 11.844	0,3415	\$ 4.045
Materia prima	\$ 720	10	\$ 7.200
Ácido acético	\$ 129.200	0,1673	\$ 21.615

Nota. Costo de insumos para el procesamiento del maíz.

El valor total de insumos para cada lote de producción de bioplásticos a base de maíz corresponde a \$34.300 pesos. Por otro lado, se estima el costo de la materia prima principal que corresponde al maíz.

Tabla 8.

Costo de insumos para el proceso de la papa

PAPA			
INSUMO	VALOR [\$ COP/Kg]	CANTIDAD [Kg]	TOTAL [\$ COP]
Agua de servicio	\$ 23	15,5399	\$ 357
Glicerina	\$ 11.844	0,698	\$ 8.267
Materia prima	\$ 500	10	\$ 5.000
Ácido acético	\$ 129.200	0,3418	\$ 44.161

Nota. Costo de insumos para el procesamiento de la papa.

Para el proceso de la papa el valor total de insumos para cada lote en la producción de bioplásticos corresponde a \$57.800 pesos y también se estima el costo de materia prima principal que es la papa.

4.3. Costo de personal

Para la producción del bioplástico se requiere de 2 operarios para ejecutar las actividades y lograr obtener el producto final. Se determina el costo de personal a partir de los valores establecidos por el ministerio de trabajo que se muestra en la tabla 9.

Tabla 9.

Costo de personal

RUBRO	MENSUAL	ANUAL
Salario Mínimo	\$ 908.526	\$ 10.902.312
Auxilio de Transporte	\$ 106.454	\$ 1.277.448
Aporte a Pensión	\$ 109.023	\$ 1.308.277
Aporte a salud	\$ 77.225	\$ 926.697
ARL (cuatrimestral)	\$ 38.763	\$ 155.052
Caja de compensación	\$ 36.341	\$ 436.092
Dotación	No Aplica	\$ 300.000
Vacaciones	No Aplica	\$ 454.263
Prima	No Aplica	\$ 908.526
Cesantías	No Aplica	\$ 908.526
Interés Cesantías	No Aplica	\$ 109.023
TOTAL	\$ 1.276.332	\$ 17.686.216

Nota. Costo de personal mensual y anual.

En base a las tablas anteriores (6,7,8,9) se realizan los costos directos de las actividades el primer mes que se realiza mediante la ecuación 1.

Ecuación 1.

Costos directos totales

$$\text{Costos directos totales} = \text{costos equipos} + \text{costos insumos} + \text{costos}_{\text{personal}}$$

$$\text{Costos totales maiz} = \$ 12.241.779$$

$$\text{Costos totales papa} = \$12.264.325$$

Nota. Ecuación de costos directos totales para el primer mes de actividades.

4.4. Costos Indirectos de producción

Los costos indirectos de producción se refieren a los servicios e implementos que se necesitan para poder ejecutar el proceso, estos no intervienen de forma directa en el proceso por lo tanto los costos se toman fijos durante todo el proceso. En la tabla 10 se presentan los costos indirectos.

Tabla 10.

Costos indirectos

SERVICIO	VALOR UNITARIO (\$COP)	TOTAL/DIA	TOTAL/MES	COSTO ANUAL (\$COP)
Agua		\$ 3.333	\$ 100.000	\$ 1.200.000
Luz		\$ 6.667	\$ 200.000	\$ 2.400.000
Implementos de Seguridad	\$ 80.000			\$ 80.000
TOTAL		\$ 10.000	\$ 300.000	\$ 3.680.000

Nota. Ecuación de costos directos totales para el primer mes de actividades.

4.5. Flujo de caja

Para llevar a cabo el desarrollo del flujo de caja se tuvieron en cuenta parámetros que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 11.

Inversiones

Inversiones	
Maquinaria	\$136.698.450
Equipo de computo	\$5.000.000
Adecuación instalación	\$15.000.000

Nota. La tabla corresponde a las inversiones en equipo netamente físico.

La ejecución del flujo de caja se basó en un monto inicial del 60 % del total de la inversión, es decir que \$156'698.450 pesos corresponde a recursos propios de la organización y el 40% corresponde a una deuda, donde el 15% es destinado a los inversionistas y el 25% un préstamo bancario que cuenta con un interés del 24,04% anual.

Tabla 12.

Financiamiento

Financiamiento	
Deuda	40%
Recursos propios	60%
Costo inversionista	15%
Tasa interés	24,04%

Nota. La tabla corresponde las partes de financiamiento en la organización.

El proceso productivo es semicontinuo, ya que diariamente se efectúan 3 lotes de producción que realizan 2 ciclos donde el bioplástico obtenido corresponde a 10,152 kg para maíz y 10,374 kg para el papa; el precio se fijara en \$13.500 pesos por Kilogramo en cada uno de los casos, teniendo en cuenta que la productividad de la empresa es de lunes a viernes. La producción de bioplástico en la organización asciende a 304,56 kg por semana para un total de 14,62 Ton el primer año en el caso del maíz y 311,22 kg por semana para obtener 14,939 Ton en el proceso de la papa.

De acuerdo con la tabla 12 el financiamiento del banco es del 25% de la inversión total, lo que corresponde a \$ 62'679.380 pesos con un interés del 24,04% anual en un periodo de 5 años.

La tabla 13 corresponde a la amortización en el implemento de las dos materias primas que son la papa como el maíz.

Tabla 13.

Amortización de la deuda bancaria

Periodo	Cuota	Abono capital	Intereses	Saldo
0	0	0	0	\$ 62.679.380
1	\$ 22.849.811	\$ 7.781.688	\$ 15.068.122	\$ 54.897.691
2	\$ 22.849.811	\$ 9.652.406	\$ 13.197.405	\$ 45.245.285
3	\$ 22.849.811	\$ 11.972.844	\$ 10.876.966	\$ 33.272.441
4	\$ 22.849.811	\$ 14.851.116	\$ 7.998.694	\$ 18.421.324
5	\$ 22.849.811	\$ 18.421.324	\$ 4.428.486	-

Nota. La tabla corresponde la amortización de la deuda en cuanto al préstamo bancario se refiere.

A partir de las herramientas obtenidas se procede a realizar el flujo de caja en los próximos 5 periodos respectivamente para cada materia prima. En la tabla 14 se muestra el flujo de caja para el maíz.

Tabla 14.

Flujo de caja – maíz como materia prima

Flujo de Caja						
periodos	0	1	2	3	4	5
ingresos	\$ -	\$ 197.358.500	\$ 245.116.773	\$ 291.750.239	\$ 332.157.647	\$ 360.972.323
costos de producción	\$ -	\$ 34.466.806	\$ 41.153.722	\$ 47.682.873	\$ 53.340.315	\$ 57.374.657
utilidad bruto	\$ -	\$ 162.889.694	\$ 203.963.051	\$ 244.067.366	\$ 278.817.332	\$ 303.597.666
ingresos no operacionales	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
depreciaciones	\$ -	\$ 14.669.845	\$ 14.669.845	\$ 14.669.845	\$ 14.669.845	\$ 14.669.845
intereses	\$ -	\$ 15.068.122,95	\$ 13.197.405,10	\$ 10.876.966,67	\$ 7.998.694,84	\$ 4.428.486,47
gastos no operacionales	\$ -	\$ 15.000.000	\$ 15.000.000	\$ 15.000.000	\$ 15.000.000	\$ 15.000.000
utilidad antes de impuestos	\$ -	\$ 118.151.726	\$ 161.095.801	\$ 203.520.554	\$ 241.148.793	\$ 269.499.334
impuesto	\$ -	\$ 38.990.070	\$ 53.161.614	\$ 67.161.783	\$ 79.579.102	\$ 88.934.780
utilidad despues de impuestos	\$ -	\$ 79.161.656	\$ 107.934.187	\$ 136.358.771	\$ 161.569.691	\$ 180.564.554
depreciaciones	\$ -	\$ 14.669.845	\$ 14.669.845	\$ 14.669.845	\$ 14.669.845	\$ 14.669.845
pagos a capital	\$ -	\$ 7.781.688,25	\$ 9.652.406,11	\$ 11.972.844,54	\$ 14.851.116,36	\$ 18.421.324,74
inversiones	\$ 156.698.450	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
valor de salvamento	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
utilidad neta	-\$ 156.698.450	\$ 86.049.813	\$ 112.951.626	\$ 139.055.772	\$ 161.388.420	\$ 176.813.074

Nota. La tabla corresponde flujo de caja mediante la selección de maíz como materia prima.

A continuación, en la tabla 15 se encuentra el flujo de caja con respecto al implemento de la papa como materia prima.

Tabla 15.

Flujo de caja – papa como materia prima

periodos	Flujo de caja					
	0	1	2	3	4	5
ingresos	\$ -	\$ 201.676.500	\$ 250.482.213	\$ 298.136.454	\$ 339.428.353	\$ 368.873.763
costos de produccion	\$ -	\$ 29.021.354	\$ 34.390.471	\$ 39.632.914	\$ 44.175.436	\$ 47.414.725
utilidad bruto	\$ -	\$ 172.655.146	\$ 216.091.742	\$ 258.503.540	\$ 295.252.917	\$ 321.459.037
ingresos no operacionales	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
depreciaciones	\$ -	\$ 14.919.845	\$ 14.919.845	\$ 14.919.845	\$ 14.919.845	\$ 14.919.845
intereses	\$ -	\$ 15.068.122,95	\$ 13.197.405,10	\$ 10.876.966,67	\$ 7.998.694,84	\$ 4.428.486,47
gastos no operacionales	\$ -	\$ 15.000.000	\$ 15.000.000	\$ 15.000.000	\$ 15.000.000	\$ 15.000.000
utilidad antes de impuestos	\$ -	\$ 127.667.178	\$ 172.974.492	\$ 217.706.729	\$ 257.334.377	\$ 287.110.706
impuesto	\$ -	\$ 42.130.169	\$ 57.081.582	\$ 71.843.220	\$ 84.920.345	\$ 94.746.533
utilidad despues de impuestos	\$ -	\$ 85.537.009	\$ 115.892.910	\$ 145.863.508	\$ 172.414.033	\$ 192.364.173
depreciaciones	\$ -	\$ 14.919.845	\$ 14.919.845	\$ 14.919.845	\$ 14.919.845	\$ 14.919.845
pagos a capital	\$ -	\$ 7.781.688,25	\$ 9.652.406,11	\$ 11.972.844,54	\$ 14.851.116,36	\$ 18.421.324,74
inversiones	\$ 156.698.450	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
valor de salvamento	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
utilidad neta	-\$ 156.698.450	\$ 92.675.166	\$ 121.160.349	\$ 148.810.509	\$ 172.482.762	\$ 188.862.693

Nota. La tabla corresponde flujo de caja mediante la selección de papa como materia prima.

Los siguientes datos corresponden a la evaluación de inversión de cada uno de los flujos de caja correspondientes al uso de papá y maíz como materias primas.

Tabla 16.

Evaluación financiera – maíz como materia prima

Evaluación a 5 años	
wacc	0,1544272
VPN	\$270.079.511,33
TIR	67%
CAE	\$81.415.084,00

Nota. La tabla corresponde a la evaluación financiera mediante la selección de maíz como materia prima.

El wacc (Coste medio ponderado del capital) hace referencia al porcentaje que un inversor puede pedir de la organización a cambio del valor de la deuda. En la valoración se dio por el 15%, en el análisis de inversión el valor presente neto (VPN) representa que al traer los flujos de caja futuros al presente los inversionistas podrían llegar a ganar alrededor de \$ 270'079.511. Por otro lado, la tasa interna de retorno (TIR) después de

los 5 años representara el 67% de interés de la inversión inicial, lo que es un dato bastante positivo, en cuanto a la carga anual equivalente, es probable que el inversionista invierta \$81.000.000 más al valor de la inversión.

Tabla 17.

Evaluación financiera – papa como materia prima

Evaluación a 5 años	
WACC	0,1544272
VPN	\$300.441.716
TIR	72%
CAE	\$90.567.727

Nota. La tabla corresponde a la evaluación financiera mediante la selección de papa como materia prima.

El WACC no es tan diferente al esperado en la tabla 16. El VPN representa un valor mayor y los inversionistas podrían llegar a ganar \$ 300'441.716, además la tasa interna de retorno después de los 5 años representara el 72% de interés de la inversión inicial, comparado con el maíz es un dato mayor, en cuanto a la carga anual equivalente, es probable que el inversionista invierta \$90.000.000 más al valor de la inversión.

5. ESTUDIO LEGAL

El estudio de biodegradabilidad de un bioplástico corresponde al seguimiento de normas internacionales como la ISO 17088 (Internacional) y ASTM D6400. Estas normas establecen que un producto fabricado con material biodegradable debe cumplir con las siguientes características:

- ✓ El bioplástico se debe desintegrar 90 % en un tiempo estimado de 12 semanas.
 - ✓ El proceso químico debe cumplir con un nivel de conversión del 90 % en 180 días de carbono orgánico en CO₂.
 - ✓ Se verifica si el bioplástico actúa como compost para las plantas.
 - ✓ El polímero debe contener concentraciones inferiores al 50% de metales pesados.
- (Campuzano, López, & Álvarez, 2018)

5.1. Normatividad Internacional

5.1.1. Norma ISO 17556:2012

Esta normativa establece el método por el cual se determina la biodegradabilidad en presencia de oxígeno final de los plásticos en el suelo. Su objetivo es medir la demanda de oxígeno en un respirómetro cerrado o la cantidad de dióxido de carbono desprendido en el aire. El método se diseñó para enfocarse en un grado óptimo de biodegradación ajustando la humedad presente en el suelo. Este método se enfoca en materiales tales como todo tipo de plásticos, con o sin presencia de colorantes y polímeros solubles en agua. (Organización internacional de normalización-ISO, 2019)

5.1.2. Norma ASTM D-5488-94d

Esta normativa define a la palabra “biodegradable” como “capaz de sufrir descomposición en el aire que contenga dióxido de carbono, agua, metano, compuestos inorgánicos o biomasa. La acción de microorganismos, que puede medirse mediante

ensayos estándar, en un periodo especificado de tiempo, que refleja las condiciones de eliminación disponibles”. La compostabilidad se define como la biodegradabilidad del material en condiciones establecidas utilizando un medio de compost. por lo tanto, la compostabilidad según a lo establecido anteriormente por la norma ASTM, requiere que el plástico se descomponga en biomasa, CO2 y agua, lo que con lleva a un cambio significativo en la estructura química del material. (Ipsita & Visakh, 2015)

5.2. Normativas generales aplicables en Colombia

5.2.1. Decreto-Ley 3573 de 2011

Que mediante el presente decreto se crea la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA Y se establece dentro de sus funciones "Otorgar o negar las licencias, permisos y trámites ambientales de competencia del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, de conformidad con la ley y los reglamentos" (Ministerio de hacienda y crédito público, 2017)

5.2.2. Decreto N° 0383.

El proyecto de Declaración Ministerial de la Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente de 2019 “ Soluciones innovadoras para los desafíos ambientales, el consumo y la producción sostenible”, se decide ampliar ambiciosamente los esfuerzos para superar los desafíos ambientales comunes, incluidos los desafíos relacionados con la salud de una manera equilibrada e integra mediante el fomento de una gestión de recursos sostenibles y eficientes, ocupándose del daño a los ecosistemas, causado por el uso y la eliminación insostenibles de los productos plásticos, incluso reduciendo significativamente los productos plásticos de un solo uso para el año 2030. (Gobernación departamento de Boyaca, 2019)

5.2.3. Ley 99 de 1993

Por medio de esta ley se crea el Ministerio del Medio Ambiente, en la que se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. (Acoplásticos, s.f.)

- ✓ *Resolución 941 de 2009. minambiente:* “Por la cual se crea el Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables – SIUR, y se adopta el Registro Único Ambiental – RUA.” (Acoplásticos, s.f.)

- ✓ *Resolución 1023 de 2010. minambiente:* “Por la cual se adopta el protocolo para el monitoreo y seguimiento del Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables – SIUR, para el sector manufacturero y se dictan otras disposiciones.” (Acoplásticos, s.f.)

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el desarrollo de la presente monografía se evidencio los beneficios al medio ambiente que proporciona la implementación de los bioplásticos más específicamente por la degradación de los mismos, ya que permite evitar la acumulación de plásticos sintéticos que llegan a desechos sanitarios y al océano, además de la no utilización de sustancias toxicas nocivas que puedan afectar negativamente el medio ambiente. Por otro lado, la producción de bioplásticos a base de almidón impulsa el desarrollo del agro en el país.

Los procesos en cada una de las materias primas se dividen en dos, inicialmente esta la extracción del almidón de la materia prima que parte de una base de cálculo de 10 kg de materia prima, tanto de papa, como de maíz. De acuerdo con el balance de masa en el proceso previamente tratado el maíz posee un rendimiento del 9,12%, lo que asegura que a partir de 10 kg de maíz se puede obtener 0,912 kg de almidón; en cambio la papa posee un rendimiento de 18,64% dado a que por cada 10 kg de papá se logra obtener 1.864 kg de almidón. En base a esto se puede decir que la papa tiene mayor rendimiento que el maíz, es decir que a partir de la misma masa de materias primas se puede obtener más almidón en la papa, además se ha comprobado en el proceso que mientras mayor almidón entra al proceso, mayor es la cantidad de bioplástico que se llega a obtener, asimismo cabe decir que en cuanto a un proceso global la papa posee mayor rendimiento que el maíz en la producción de bioplástico, teniendo en cuenta que siempre se debe ingresar la misma cantidad de materia prima. Según el texto de (Holguin, 2019) al obtener mayor almidón de un proceso, mayores son las propiedades físicas del bioplástico, se puede señalar que el bioplástico proveniente de la papa puede llegar a tener mejores propiedades físicas que el bioplástico a base de maíz.

Los resultados del estudio financiero se parecen mucho para las dos materias primas, la diferencia radicó en el costo de insumos y la materia prima. El valor presente neto y la tasa interna de retorno, dio un resultado más bajo para el maíz, ya que requiere más cantidad de materia prima para igualar a la papa en la producción de bioplástico, por esta razón se puede decir que la papa es más factible al ser seleccionada como materia prima clave para el proceso.

El estudio legal consta en las regulaciones a las cuales se debe acoger una empresa dedicada a la producción de bioplástico, las regulaciones internacionales definen los parámetros que debe seguir el producto (bioplástico) como desintegración, biodegradación, inherente, ecotoxicidad y características químicas. La normativa colombiana consta de los organismos de control a los que está sujeta una organización que implemente la síntesis de productos por medio de recursos no renovables.

7. CONCLUSIONES

La implementación del bioplástico a base de almidón permite traer múltiples beneficios como el uso de recursos renovables, el uso de insumos que no son nocivos para las personas y el medio ambiente, y fomenta el desarrollo de la agroindustria en el país.

Se requiere la constitución de un proceso competitivo ante las industrias dedicadas a la producción de plásticos convencionales (De origen fósil y no biodegradables). Se determinó que la materia prima adecuada para la síntesis de bioplástico a base de almidón entre el maíz y la papa, es la papa, esto se debe a que posee mayor rendimiento, es decir que a partir de la papa se puede extraer mayor cantidad de almidón y esto favorece la obtención de bioplástico. Por otro lado, la papa es más factible económicamente, ya que se requiere mayor cantidad de maíz para igualar el tamaño de producción de la papa y el precio de la papa es menor al del maíz.

Se identificaron normativas internacionales que dictan los parámetros a los que están sujetos los bioplásticos como producto, esto en cuanto a su desintegración, compostaje y conversión en CO₂, asimismo se encontraron leyes nacionales en donde se establecen los organismos de control que acogen a las industrias dedicadas a la producción de bioplástico.

BIBLIOGRAFIA

Acciona. (s.f.). *Sostenibilidad: qué son los bioplásticos*.
<https://www.sostenibilidad.com/medio-ambiente/que-son-los-bioplasticos/>

Acoplásticos. (s.f.). *Licencias ambientales*. <https://www.acoplasticos.org/index.php/mnu-noti/265>

Aristizabal, J., & Sanchez, T. (2007). *Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca*. Roma: Boletín de servicios agrícolas de la FAO.

Camara de Comercio de Bogotá.-CCB- (Julio de 2019). Colombia entierra anualmente 2 billones de pesos en plásticos que se pueden reciclar <https://cutt.ly/3RkH9uE>

Campuzano, J., López, I., & Álvarez, C. (Septiembre de 2018). *Normativas y regulaciones para polímeros biodegradables y compostables*. Catálogo del empaque. <https://www.catalogodeempaques.com/temas/Normativas-y-regulaciones-para-polimeros-biodegradables-y-compostables+127343?pagina=2>

Esther. (15 de Agosto de 2008). *Pastelería Química, Teoría de pastelería*, de Chocolatísimo.com: <https://chocolatisimo.com/amilosa-y-amilopectina/>

Fondo Mundial para la Naturaleza -WWF-. (30 de Junio de 2017). *Colombia regula bolsas plásticas*. <http://www.wwf.org.co/?304333/Colombia-regula-bolsas-plasticas>

Gobernación departamento de Boyaca. (21 de Junio de 2019). *Decreto N°383*. http://www.andi.com.co/Uploads/Decreto%20No.0383%20del%2021%20de%20Junio%20de%202019_637002938398919447.pdf

- Guamán, J. (2019). *Obtención de plásticos biodegradables a partir de almidón de cascaras de papa para su aplicación industrial*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, de <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/11069/1/96T00540.pdf>
- Gúzman, M. (2013). *Obtención de plástico biodegradable a partir de la nixtamalización del maíz*. Universidad Nacional Autónoma de México. https://www.zaragoza.unam.mx/portal/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/iq/tesis/tesis_guzman_martinez.pdf
- Holguin, J. (2019). *Obtención de un bioplástico a partir de almidón de papa*. Fundación Universidad de América, Bogotá.
- Ipsita, R., & Visakh, P. (2015). Polyhydroxyalkanoate (PHA) based Blends, Composites and Nanocomposites. Cambridge: The Royal Society of Chemistry. 231.
- Law, K. L. (7 de Septiembre de 2017). Plastics in the Marine Environment. *Annual Review of Marine Science*, IX, 205-229.
- Marketan. (6 de Noviembre de 2018). *La Prestampa*. De Bioplásticos en artes gráficas, ¿una futura realidad?: <https://laprestampa.com/el-proceso-grafico/materiales-productos-y-soportes/bioplasticos-usos-y-aplicaciones/>
- Ministerio de hacienda y crédito público. (2017). *Decreto N°2198*. Bogotá.
- Ondarse, D. (15 de Julio de 2021). *Decantación*. <https://concepto.de/decantacion/>
- Organización internacional de normalización-ISO. (2019). *ISO 17556:2012Plastics — Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in soil by measuring the oxygen demand in a respirometer or the amount of carbon dioxide evolved*. <https://www.iso.org/standard/56089.html>

Peiró, R. (14 de Noviembre de 2019). *Innovación*. (Economipedia), <https://economipedia.com/definiciones/innovacion-2.html>

Pérez, J., & Merino, M. (2015). *Definición de almidón*. <https://definicion.de/almidon/>

Ponce, N. (Septiembre de 2015). *Estructura y principios de molienda en cereales*. Universidad Autónoma del Estado de México.

Rajapak S.A. (2021). *Tipos de plásticos biodegradable en el mundo del embalaje*. <https://www.rajapack.es/blog-es/embalaje/tipos-plasticos-biodegradables/>

Ricardo, R. (s.f.). *Amilosa: Estructura, fórmula y función*. (Estudyando) <https://estudyando.com/amilosa-estructura-formula-y-funcion/>

Significados. (14 de Enero de 2021). *Plásticos*. <https://www.significados.com/plastico/>

GLOSARIO

Plástico: “El plástico es un material de origen orgánico de elevado peso molecular, y se caracteriza por su propiedad maleable que le permite adoptar diversidad de formas.” (Significados, 2021).

Bioplástico: Plástico sintetizado a partir de un recurso renovable, que además posee la propiedad de degradarse en el ambiente.

Almidón: “Es un carbohidrato que funciona como reserva de energía en la mayoría de los vegetales.” (Pérez & Merino, 2015)

Amilosa: “Es una cadena de glucosa unida mediante enlaces glucosídicos que es soluble en agua, por lo que al ser una molécula que tiene cierta afinidad al mezclarse en agua puede funcionar como espesante y suministrar cierta propiedad gelatinosa al almidón.” (Esther, 2008)

Amilopectina: “Son una serie de ramificaciones de glucosa que constituyen más del 75% del almidón, no tiene aplicabilidad en los bioplásticos dado que su forma molecular desordenada impide llevar a cabo la plastificación o gelificación de una película de bioplástico ordenada.” (Holguin, 2019)

Decantación: “Es un procedimiento físico que sirve para separar una mezcla heterogénea compuesta por un sólido o un líquido de mayor densidad, y un líquido de menor densidad.” (Ondarse, 2021)

Molienda Húmeda: “Es la separación de partes anatómicas del grano con el fin de obtener la mayor cantidad posible de almidón, gluten, es decir, proteínas y fibra.” (Ponce, 2015)

Innovación: “Proceso en el cual se mejora lo que existe, aportando nuevas opciones que suplan las necesidades de los consumidores, o incluso creando nuevos productos con el fin de que tengan éxito en el mercado.” (Peiró, 2019)

ANEXOS

ANEXO 1.
FICHA TÉCNICA ÁCIDO ACÉTICO

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

Ácido acético glacial

Fecha de revisión 31-dic-2020

Ácido acético	64-19-7	200-580-7	>95	Flam. Liq. 3 (H226) Skin Corr. 1A (H314) Eye Dam. 1 (H318)
---------------	---------	-----------	-----	--

Componente	Specific concentration limits (SCL's)	Factor-M	Component notes
Ácido acético	Eye Irrit. 2 :: 10%≤C<25% Skin Corr. 1A :: C>=90% Skin Corr. 1B :: 25%≤C<90% Skin Irrit. 2 :: 10%≤C<25%	-	-

Número de registro REACH	01-2119475328-30
---------------------------------	------------------

Texto completo de las Indicaciones de peligro: ver la sección 16

Nota: La tabla corresponde datos esenciales del ácido acético. Tomado de: fishersci (2009).Fichas de datos de seguridad. <https://cutt.ly/eRkJaW7>

ANEXO 2.

PRIMEROS AUXILIOS ÁCIDO ACÉTICO

4.1. Descripción de los primeros auxilios

Consejo general	Mostrar esta ficha de datos de seguridad al médico de servicio. Se necesita atención médica inmediata.
Contacto con los ojos	Enjuagar inmediatamente con abundante agua, también bajo los párpados, durante al menos 15 minutos. Se necesita atención médica inmediata.
Contacto con la piel	Lavar inmediatamente con abundante agua durante al menos 15 minutos. Retirar y lavar la ropa y los guantes contaminados, por dentro y por fuera, antes de volver a usarlos. Llamar inmediatamente a un médico.
Ingestión	NO provocar el vómito. Limpiar la boca con agua. Nunca dar nada por boca a una persona inconsciente. Llamar inmediatamente a un médico.
Inhalación	Si no respira, realizar técnicas de respiración artificial. Alejarse de la fuente de exposición, tumbarse en el suelo. No utilizar el método boca a boca si la víctima ha ingerido o inhalado la sustancia; administrar la respiración artificial con ayuda de una mascarilla de bolsillo dotada de una válvula unidireccional u otro dispositivo médico para reanimación respiratoria apropiado. Llamar inmediatamente a un médico.
Equipo de protección para el personal de primeros auxilios	Utilizar el equipo de protección individual obligatorio.

4.2. Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

Causa quemaduras por todas las rutas de exposición. La ingestión provoca edemas y lesiones graves de los tejidos delicados y peligro de perforación: Pueden ser síntomas de sobreexposición cefalea, mareos, cansancio, náuseas y vómitos

4.3. Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

Notas para el médico	El producto es un material corrosivo. El lavado gástrico o los vómitos están contraindicados. Debe investigarse una posible perforación del estómago o el esófago. No suministrar antídotos químicos. Puede producirse asfixia por edema de glotis. Puede producirse un marcado descenso de la presión sanguínea con estertores húmedos, esputo espumoso y presión arterial elevada. Tratar los síntomas.
-----------------------------	---

Nota: La tabla corresponde datos de primeros auxilios en presencia de ácido acético. Tomado de: fishersci (2009).Fichas de datos de seguridad. <https://cutt.ly/eRkJaW7>

ANEXO 3.
RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar un estudio de mercado acorde a la producción de bioplásticos en Colombia a día de hoy.

- ✓ Establecer estudios con respecto a la biodegradabilidad y la vida útil de bioplásticos a base de almidón en Colombia.

- ✓ Estudiar detalladamente más materias primas que contribuyan a la síntesis de bioplásticos a base de almidón.

- ✓ Establecer un diseño conceptual de una planta de producción referente a la producción de bioplásticos a base de almidón.