



Semillero:

Marca Industrial

DIPIERA: Desarrollo e innovación de procesos industriales con el uso de las energías renovables

Elaboración de polímero biodegradable a partir de almidón de ñame (*Dioscorea alata*)

Presenta:

Villanueva Banquet Natalia Patricia - ID:668784

Jefferson Ernesto Marín Jojoa - ID: 667301

Docente:

William Eduardo Pulido Talero

Freddy Leonard Alfonso Moreno

Tabla de contenido

1. Introducción	3
2. Justificación del proyecto.....	5
3. Planteamiento del problema	7
4. Pregunta problema	8
5. Objetivo general.....	9
5.1. Objetivos específicos	9
6. Resumen ejecutivo	10
7. Marco teórico.....	12
7.1. Economía Circular	12
7.2. Sustentabilidad:	12
7.3. Producción más Limpia:.....	12
7.4. Polímeros	13
7.5. Polímeros Sintéticos.....	13
7.6. Polímeros naturales.....	13
7.7. Biodegradable:	13
7.8. Degradación:	13
7.9. Producto:.....	14
7.10. Ñame:	14
7.11. Almidón:	14
8. Conocimiento generado por el proyecto	15
9. Caracterización del ñame	16
10. Metodología.....	18
10.1. Tipo de Investigación	18
10.2. Extracción del almidón de ñame (<i>Dioscorea Alata</i>)	18
10.3. Obtención del Biopolímero:	20
11. Pruebas De Calidad	23
11.1. Prueba de tracción:.....	26
11.2. Conductividad eléctrica	29
11.3. Conductividad térmica.....	29
11.4. Biodegradabilidad	29
12. Proyección Costos De Producción	31
12.1. Maquinaria	31
12.2. Costo de equipos	31

12.3.	Costo de insumos	32
12.4.	Costo de Personal.....	33
12.5.	Costos de Producción	33
13.	Benchmarking	35
14.	Crowdfunding	38
15.	Normatividad A Tener en Cuenta Para el Desarrollo del Proyecto.....	40
15.1.	ISO 17556:2019	40
15.2.	Registro Patentes.....	40
16.	Resultados	42
17.	Conclusiones.....	44
18.	Referencias	46

1. Introducción

Los polímeros sintéticos se encuentran caracterizados por ser uno de los materiales más utilizados a nivel mundial debido a sus múltiples aplicaciones, esto se puede observar diariamente, puesto que como lo menciona (LIBERA: Unidos contra la basuraleza, 2019) está presente en todos los sectores de la economía (Medicina, agricultura, alimentación, etc.), sin embargo, la naturaleza de su composición se deriva de materia prima fósil, la cual pasa por procesos de polimerización del carbono, en consecuencia a ello adquiere características de resistencia, versatilidad, elasticidad y la capacidad de modificarse según la necesidad requerida.

Ahora bien, pese a su funcionalidad en un informe realizado por la Clínica Jurídica de Salud Pública y Medio Ambiente (MASP) de la Universidad de los Andes y Greenpeace Colombia en el año 2019, se menciona que “los procesos de extracción, refinamiento y eliminación propios de la producción y de la incineración del plástico pueden llegar a emitir 850 millones de toneladas métricas de gases de efecto invernadero”, lo cual es una cifra preocupante teniendo en cuenta la problemática ambiental por la que está atravesando el planeta. Adicional a ello, se ha determinado que los plásticos de un solo uso son los que más impacto generan, referenciando el tiempo de degradación del material que gira alrededor de 100 a 1.000 años con la afectación al medio durante ese lapso. La panorámica en el país tampoco es alentadora, datos reportan que se consumen 1.250.000 toneladas de plástico por año, donde el 74% de los envases termina en rellenos sanitarios (Greenpeace, 2021).

Con el objeto de reducir los daños ambientales ocasionados por el abandono desmesurado de residuos plásticos en los ecosistemas, se han creado alternativas que buscan reducir el uso de los plásticos convencionales, una de ellas son los plásticos biodegradables, o, bioplásticos los cuales son compuestos de alto peso molecular elaborados a partir de fuentes naturales (Avellán, y otros, 2019); por tanto, son vistos como alternativa al uso de

plásticos convencionales. Adicionalmente, se resalta que la biodegradación de los polímeros naturales no tiene un impacto dañino en los suelos, por tanto, contribuye a la conservación de los ecosistemas, en ese orden de ideas, se resalta la participación del almidón como materia prima para la creación de dichos productos, puesto que al ser un polímero natural promueve la descomposición generando abono orgánico que sirve como fertilizante de los suelos, en donde, proliferarán las plantas que contienen dicho compuesto.

Ahora bien, en función a lo planteado, se considera imperante generar estrategias para contrarrestar los daños ambientales causados por el plástico de un solo uso, por tanto desde diferentes sectores y con el respaldo de los actores involucrados en cada uno de éstos se han ido desarrollando proyectos encaminados a replantear la forma en que se está consumiendo, invitando a la reducción y la reutilización de bienes adquiridos, realizando una transición de la economía lineal a un enfoque dirigido a una economía circular sostenible.

Teniendo en cuenta lo mencionado, el presente proyecto evalúa y genera una alternativa al uso de plásticos en el sector educativo y manufacturero, bajo la creación de biopolímeros teniendo como fundamento un polímero natural como lo es el almidón de ñame, aplicado a un producto industrial; lo anterior hace parte del proceso de ecodiseño como estrategia de producción más limpia.

2. Justificación del proyecto

En los últimos años los problemas ambientales han incrementado desmesuradamente, debido no solamente al aumento del número de habitantes en el planeta, sino también a los malos hábitos de consumo que se han ido desarrollando además de adaptando a la vida cotidiana, por tal causa el hombre tiende a demandar más bienes y productos de los que necesita, buscando satisfacer deseos provenientes del ocio y el placer, por tanto es impulsor de una filosofía de hiperconsumo a la que se ven involucradas las industrias al tener que producir lo suficiente para satisfacer el mercado, el cual es cada vez más exigente. En relación con lo mencionado, tanto el hombre como las empresas aportan significativamente la crisis ecológica, gracias a sus malas prácticas suman a eventos como el efecto invernadero, el agujero de la capa ozono, el vaciado de los combustibles fósiles, la deforestación, la sobreexplotación y el agotamiento de los recursos hídricos, la contaminación atmosférica, la lluvia ácida, la erosión, entre otros fenómenos a diferentes escalas (Ramírez Hernández, 2015).

Ahora bien, Colombia es uno de los países más ricos a nivel de biodiversidad, ocupando el segundo lugar entre los 14 referenciados a nivel mundial que tienen los mayores índices como lo menciona (Ramírez Hernández, 2015), sin embargo pasa por procesos de deterioro ambiental que están afectando los ecosistemas más los actores involucrados en ellos, (Ramírez Hernández, 2015) menciona las consecuencias las cuales se ven reflejadas en: pérdida de biodiversidad, sobreexplotación de recursos renovables, contaminación del agua y del aire, entre otros. Los anteriores escenarios están involucrados en el detrimento de la calidad de vida de las poblaciones humanas circundantes.

Según World Wide Fund for Nature (WWF) cada año se producen más de 200 millones de toneladas de desechos plásticos, teniendo como resultado el aporte a la generación de una contaminación que crea 1.800 millones de toneladas de gases de efecto

invernadero que viajan a la atmósfera ocasionando alteraciones como el cambio climático, lo cual significa que es necesario reestructurar y consolidar hábitos de consumo que no resulten en afectaciones al medio en que vivimos. Por lo anterior, la creación de nuevas propuestas que estén a favor del medio ambiente, además de ligadas a la PML (producción más limpia), son fundamentales en las empresas tanto manufactureras como de servicios, más en aquellas que sin darse cuenta tienen una alta participación en la polución del entorno donde se encuentran, pero lo que se busca es que sean parte de la solución, por lo que es mejor demostrar estos aportes de manera activa y con hechos que cambien el pensamiento y el problema de raíz.

De igual forma la PML es un gran aliado teniendo en cuenta que:

En los procesos de producción, la Producción Más Limpia aborda el ahorro de materias primas y energía, la eliminación de materias primas tóxicas y la reducción en cantidades y toxicidad de desechos y emisiones. (ONUUDI, n.d.)

Teniendo en cuenta lo anterior se resalta que la importancia de los procesos, ya que son de gran ayuda para crear nuevas implementaciones que ayuden a un mejor ambiente sostenible y en materia económica dejando atrás todas las malas prácticas realizadas por empresas y gobiernos que solo buscan remediar temas de este tipo con dinero.

3. Planteamiento del problema

La producción de plásticos a nivel mundial según la organización para la cooperación y el desarrollo económico (OCDE) alcanza ya el doble que hace dos décadas, donde solamente se alcanza a reciclar el 9% de estos plásticos de los cuales la mayoría son de un solo uso y fabricados a partir de petróleo crudo o gas; es por ello que se deben buscar alternativas a esta problemática que afecta de manera directa a la generación de gases de efecto invernadero los cuales aumentan el calentamiento global y que a pesar de las medidas tomadas por algunos países en cuanto a la prohibición de plásticos de un solo uso, no parece suficiente para apaciguar el gran cambio climático a raíz de los residuos generados los cuales llegan a vertederos, son incinerados o son mal gestionados en su disposición final; por esta razón que se busca mejorar estos procesos ayudando a crear nuevas ideas y metodologías de creación que ayuden a bajar el índice de contaminación por plásticos y que con ello se amplie el conocimiento de nuevos productos orgánicos que estén a favor del ambiente y no en su contra.

4. Pregunta problema

¿Cómo minimizar el impacto de los plásticos comerciales en el medio ambiente aprovechando los beneficios de los biopolímeros en la industria?

5. Objetivo general

Sintetizar un polímero biodegradable con el fin de mitigar el impacto ambiental generado por los plásticos convencionales, utilizando como materia prima principal almidón de ñame (*Dioscorea alata*).

5.1. Objetivos específicos

- I. Realizar una caracterización del Ñame (*Dioscorea alata*) con el fin de evidenciar sus propiedades y funcionalidades propias para la creación de un biopolímero, a partir del almidón.
- II. Investigar los procesos de extracción y polimerización del almidón de ñame, así como los reactivos a utilizar en el proceso de síntesis.
- III. Aplicar pruebas de calidad a las muestras obtenidas en el laboratorio, con el objeto de evaluar mejoras en los procesos de extracción y polimerización del almidón de ñame a partir de lo evidenciado en la práctica de laboratorio.
- IV. Estudiar el proceso productivo del Biopolímero por medio de un estudio técnico y financiero enfocado en los costos de para su producción, con el fin de evidenciar la inversión que debería tenerse en cuenta para su desarrollo.

6. Resumen ejecutivo

Según el Departamento Nacional de Planeación (DNP) solo se recicla el 16.5% de los más de 12 toneladas de residuos sólidos que se producen anualmente, en donde se nota la preocupación por no poder darle un segundo uso a materiales que pueden servir para la creación de nuevos productos a base de ellos, es por ello que a partir de la clasificación y separación de estos materiales los cuales cumplen unos parámetros para su uso, se puede desarrollar para este caso un papel que pueda ser fabricado a partir de estos materiales, haciendo que todos estos desechos pueden tener un segundo o hasta más usos mitigando la generación de basura, además de problemas derivados de la creación de papel industrial, mejorando el horizonte de producción a uno más sustentable y sostenible.

Así mismo buscamos poder integrar el uso de biopolímeros con el fin de ayudar a la disminución de los índices de contaminación generados por los plásticos comunes, tomando como referencia el uso de bioplásticos obtenidos a partir de almidón los cuales según (Garces Vargas & Hernandez Alba, 2020) los define como “material termoplástico resultante del procesado del almidón natural por medios químicos, térmicos o mecánicos” haciendo que sean útiles debido a su bajo costo y sus propiedades químicas y físicas, convirtiéndolos en una alternativa para la creación de productos que funcione como alternativa al plástico comercial bajo unas características similares.

Así mismo buscamos poder integrar el uso de biopolímeros con el fin de ayudar a la disminución de los índices de contaminación generados por los plásticos comunes, tomando como referencia el uso de bioplásticos obtenidos a partir de almidón los cuales según (Garces Vargas & Hernandez Alba, 2020) los define como “material termoplástico resultante del procesado del almidón natural por medios químicos, térmicos o mecánicos” haciendo que sean útiles debido a su bajo costo y sus propiedades químicas y físicas, convirtiéndolos en

una alternativa para la creación de productos que funcione como alternativa al plástico comercial bajo unas características similares.

El almidón utilizado es un polisacárido de reserva alimenticia predominante en las plantas, formado por una mezcla de dos polímeros, amilosa y amilopectina, constituidos por unidades de glucosa, teniendo en cuenta estos aspectos se puede tomar como punto clave de referencia para el desarrollo de productos delimitados bajo este material, para de esta forma poder tomar el almidón junto con otros compuestos químicos que ayuden a mejorar sus propiedades con la finalidad de crear un producto de alta calidad que aporte a la sostenibilidad de los recursos ligado a los beneficios de una economía circular.

Los plásticos son elementos usados de manera cotidiana en diferentes formas, aspectos, tamaños, entre otros; haciendo que la búsqueda de una alternativa considerada viable sea una opción a tener en cuenta, tomando como referencia la cantidad de recursos que se poseen para crear nuevos productos a partir de materiales naturales y orgánicos, haciendo muestra de cómo el avance de la tecnología y la investigación científica ha llevado a expandir los horizontes más allá de lo que comúnmente conoce, es por ello que se busca potenciar el desarrollo de nuevas ideas que puedan ser consideradas revolucionarias y de gran impacto para lo que comúnmente conocemos y con ello escalarlo en distintos sectores relacionados y no relacionados directamente con el producto para así ver sus aportes en estas áreas y delimitar como mejorarlo y adaptarlo de manera que se convierta en una herramienta que impulse la investigación.

7. Marco teórico

7.1. Economía Circular

Lo que la economía circular nos dice es que es necesario cambiar la forma en la que actualmente producimos y consumimos, que está basada en una economía lineal de extracción-producción-consumo-desperdicio. Lo que queremos es pasar a una economía circular en la que tenemos que cerrar los ciclos de producción y mantener un flujo constante de recursos naturales (ONU, 2018).

La economía circular es un concepto económico que se interrelaciona con la sostenibilidad, y cuyo objetivo es que el valor de los productos, los materiales y los recursos (agua, energía,) se mantenga en la economía durante el mayor tiempo posible, y que se reduzca al mínimo la generación de residuos (Economía Circular, S.F)

7.2. Sustentabilidad:

Es en realidad “un proceso” que tiene por objetivo encontrar el equilibrio entre el medio ambiente y el uso de los recursos naturales. La humanidad en su paso por el planeta ha degradado los recursos naturales de tal forma que actualmente es necesario procurar y planear concienzudamente el consumo de estos para garantizar su existencia en las generaciones futuras (Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad, A.C., 2013).

7.3. Producción más Limpia:

La aplicación continua de una estrategia integrada de prevención ambiental en los procesos, los productos y los servicios, con el objetivo de reducir riesgos para los seres humanos y para el medio ambiente, incrementar la competitividad de la empresa y garantizar la viabilidad económica (Regional Activity Centre for Sustainable Consumption and Production, n.d.).

7.4. Polímeros

Los polímeros se definen como macromoléculas compuestas por una o varias unidades químicas (monómeros) que se repiten a lo largo de toda una cadena. Un polímero (del griego poly, muchos; meros, parte, segmento) es una sustancia cuyas moléculas son, múltiplos de unidades de peso molecular relativamente bajo. (Cianciosi & Marino, 2014)

7.5. Polímeros Sintéticos

Los polímeros sintéticos son simplemente polímeros sintetizados artificialmente en un laboratorio o en una planta química, utilizando distintos tipos de monómeros y catalizadores. En términos simples, los polímeros sintéticos son todos los materiales plásticos industriales (González, 2021)

7.6. Polímeros naturales

Los polímeros naturales son todos aquellos que provienen de los seres vivos, por lo tanto, dentro de la naturaleza podemos encontrar una gran diversidad de ellos. Las proteínas, los polisacáridos, los ácidos nucleicos son todos polímeros naturales que cumplen funciones vitales en los organismos y por tanto también se los suele llamar biopolímeros (Cianciosi & Marino, 2014).

7.7. Biodegradable:

Un producto es biodegradable cuando puede ser descompuesto por organismos biológicos (bacterias, hongos, algas) en un entorno favorable (condiciones de temperatura, humedad, luz, oxígeno, etc.)

7.8. Degradación:

Ataque que sufren los materiales, causado por su interacción con el medio ambiente, y conlleva a la pérdida de su masa y/o pérdida de sus propiedades (Duffó, 2010)

7.9. Producto:

En el libro Marketing, Kotler define el producto como: cualquier cosa que se puede ofrecer a un mercado para su atención, adquisición, uso o consumo, el cual puede satisfacer un deseo o una necesidad. (Kotler & Armstrong, 2012). Hernando Abdú afirma que el producto debe ser visto como un elemento integral, el cual tiene la función de satisfacer a quien lo demanda. Haciendo referencia a varios autores en su libro, se resumen que un producto es un grupo de atributos, que pueden ser intangibles o tangibles; además, estos pueden ser favorables o desfavorables para quien lo demanda; el cual produce satisfacción o beneficio al comprador, siendo que este se consigue mediante un intercambio (Abdú, 2013).

7.10. Ñame:

El ñame pertenece a la familia de las dioscoreáceas, es un tubérculo, cuya raíz es comestible y muy apetecida por sus propiedades, valor alimenticio y rico sabor. La parte superficial de la planta es una enredadera trepadora con bejucos que pueden alcanzar más de 3 metros con hojas en forma acorazonada. Se cultiva en temperaturas entre 18 °C y 34 °C y a una altura máxima de 800 metros sobre el nivel del mar, estos tubérculos pesan en promedio entre 125 y 250 gr y con dos o más yemas. (Moreno, Martínez & Mesa, 2012)

7.11. Almidón:

El almidón es un polímero natural, un gran hidrato de carbono (carbohidrato) que las plantas sintetizan durante la fotosíntesis y sirve como reserva de energía (Castillo A.,2011). Son importantes fuentes de almidón el maíz, trigo, papa, yuca, ñame y otros.

8. Conocimiento generado por el proyecto

Dentro de la ejecución del proyecto se pueden llevar a cabo nuevos modelamientos de procesos comunes enmarcados en la creación de Biopolímeros, teniendo en cuenta el aprovechamiento de los recursos naturales y para este caso el uso de almidón de ñame (*Dioscorea Alata*), de igual forma su posibilidad de escalamiento a un nivel más alto de producción haciendo que pueda convertirse en una idea de negocio. Así mismo se complementan las diferentes investigaciones relacionadas al tema de productos orgánicos delimitados bajo el aprovechamiento y utilización de estos elementos que puedan llegar a reemplazar a los compuestos químicos industriales, los cuales tienen diferentes impactos no solo con relación a la dimensión social y ambiental, sino también la económica.

Ahora bien, se espera contribuir a la generación de conocimiento enmarcado en el desarrollo de buenas prácticas industriales que ayuden a *Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos* y *Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles*, los cuales componen el objetivo 12 (Producción y consumo responsable) y 14 (Vida submarina) de los objetivos de desarrollo sostenible respectivamente.

9. Caracterización del ñame

La familia (*Dioscorea* spp.) está representada por entre seis y nueve géneros, circundando entre 600 a 900 especies, las cuales tienen un elevado potencial socioeconómico, (González Vega, 2012), menciona que “alrededor de 25 especies de *Dioscorea* son citadas como alimenticias, 15 especies como medicinales y seis como ornamentales. Más de 60 especies de este género tienen valor económico, a pesar del escaso conocimiento taxonómico sobre la familia”

El ñame es considerado como uno de los cultivos más importantes a nivel mundial, ya que cuenta con múltiples usos, los cuales principalmente se describen en satisfacción de necesidades básicas como la alimentación y aplicaciones para fines industriales, siendo entonces fuente de ingresos para países en desarrollo en los sectores agrícolas y productivos. Ahora bien, su información taxonómica indica lo siguiente:

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Liliopsida
- Orden: Dioscoreales
- Familia: Dioscoreaceae
- Género: *Dioscorea*

Por otra parte, el género *Dioscorea* tiene una extensión considerable, dividiéndose en: Enantrophyllum- *Dioscorea rotundata* Poir., *Dioscorea alata* L., *Dioscorea cayenensis* Lam., *Dioscorea opposita* Thunb. y *Dioscorea japonica* Thunb. Combilium- *Dioscorea esculenta* (Lour.) Burk Osophyton- *Dioscorea bulbífera* L. Macrogynodium- *Dioscorea trifida* L.

Teniendo en cuenta la clasificación descrita, (González Vega, 2012) citando a Lebot describe que las principales especies de *Dioscorea* cultivadas en el mundo son. *D. alata*, *D. cayenensis* y *D. rotundata* por ende aseguran un impacto económico considerable.

Adicionalmente, (Sánchez Verdecia, 2021) resalta que el ñame constituye una excelente fuente de minerales, entre los que destacan el potasio 786,3 mg, magnesio 656,3 mg, calcio 448,4 mg, fósforo 140,1 mg, sodio 44,6 mg, hierro 34,3 mg, cobre 11,2 mg, manganeso 6,4 mg y zinc 2,3 mg.

(González Muñoz, 2003) expone en su estudio llamado “Caracterización morfológica y molecular de genotipos de *Dioscorea alata* y *D. trifida* del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, IDIAP y CATIE, Costa Rica.”, que *Dioscorea alata*, es originaria del Sudeste asiático, en la actualidad constituye la principal especie cultivada. Con rizomas solitarios o agrupados de 2 a 4, redondos, cilíndricos, oblongos o de forma irregular, tallos fuertes alados sin espinas con hojas acorazonadas, simples y opuestas.

Para uso del presente trabajo se utilizó el llamado ñame criollo (*Dioscorea Alata*), a causa de que es una de las especies de *Dioscorea* que cuenta con un porcentaje de almidón entre 64% y 79% según (González Vega, 2012) quien cita a Lebot et al., (2006), lo cual resulta benéfico para el desarrollo del presente proyecto, puesto que el almidón es un polímero natural que puede ser empleado para la elaboración de materiales plásticos biodegradables que cumplan con su función objetivo, sin dañar al medio ambiente.

Ahora bien, expone que “el almidón es un producto globalizado y con diversas aplicaciones industriales. Se considera que la producción mundial de almidón está alrededor de 40 millones de toneladas, extraídas principalmente del maíz, la yuca y la papa”. El ñame se considera entonces como uno de los productos sustitutos siendo principal sustancia de reserva en plantas superiores, proporcionando del 70 al 80 % de las calorías consumidas por el hombre.

10. Metodología

10.1. Tipo de Investigación

Según las variables:

El tipo de estudio aplicado a la presente investigación es de carácter experimental, ya que se realiza una intervención en el proceso de creación de un biopolímero evaluando las propiedades y eficacia de sus componentes en pro de obtener un producto sólido que cumpla con los estándares de calidad de un plástico convencional.

Según la fuente de información: Investigación de campo

Según el objeto de estudio: Investigación aplicada

10.2. Extracción del almidón de ñame (*Dioscorea Alata*)

Flujograma:

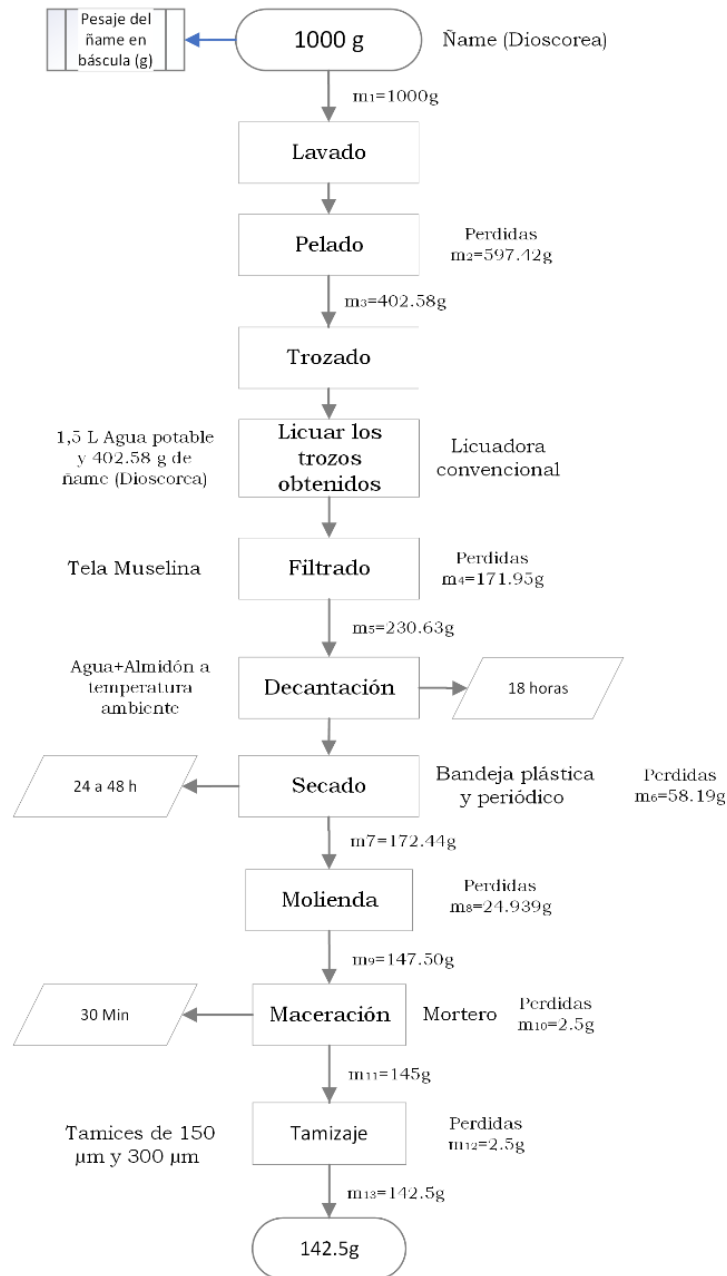


Gráfico 1. Proceso de Obtención Almidón Ñame. Elaboración Propia

En primera medida se realiza la compra de la materia prima ñame (*Dioscorea Alata*), se realiza su pesaje en gramos, el cual corresponde a 1000 g y posteriormente se hace un proceso de lavado, pelado y trozado del tubérculo con el fin de retirar las impurezas del ñame como la tierra que viene adherida a éste.

En segundo lugar, inicia un proceso de licuado para lo cual se va a hacer uso de una licuadora convencional, adicionando 1,5 L de agua potable y 402.58g de ñame, este proceso se repite 3 veces con el fin de triturar los 402.58 g de ñame que se encuentran en trozos,

luego de este procedimiento se obtiene una “lechada”, la cual se filtra con ayuda de una tela muselina.

Ahora bien, el filtrado se deposita en un recipiente con agua para decantar el almidón, con el objetivo de que éste se separe del agua, para ello se almaceno a temperatura ambiente y transcurridas 10 horas se realiza el retiro del sobrenadante, posteriormente se adiciona más agua para extraer la totalidad de almidón, finalizando el proceso a las 18 horas.

Una vez decantado el almidón, se vierte en una bandeja plástica recubierta con papel periódico para su posterior secado, el cual oscila entre 24 h y 48 h para obtener un producto en estado sólido. Llegado al punto anterior, se procede a moler el almidón solidificado para obtener gránulos más pequeños, luego de ello se maceran los gránulos obtenidos aproximadamente por 30 min con ayuda de un mortero, seguido de ello se utilizan tamices de 150 μm y 300 μm para obtener un polvo más fino separando los residuos resultantes del proceso.

10.3. Obtención del Biopolímero:

Flujograma:

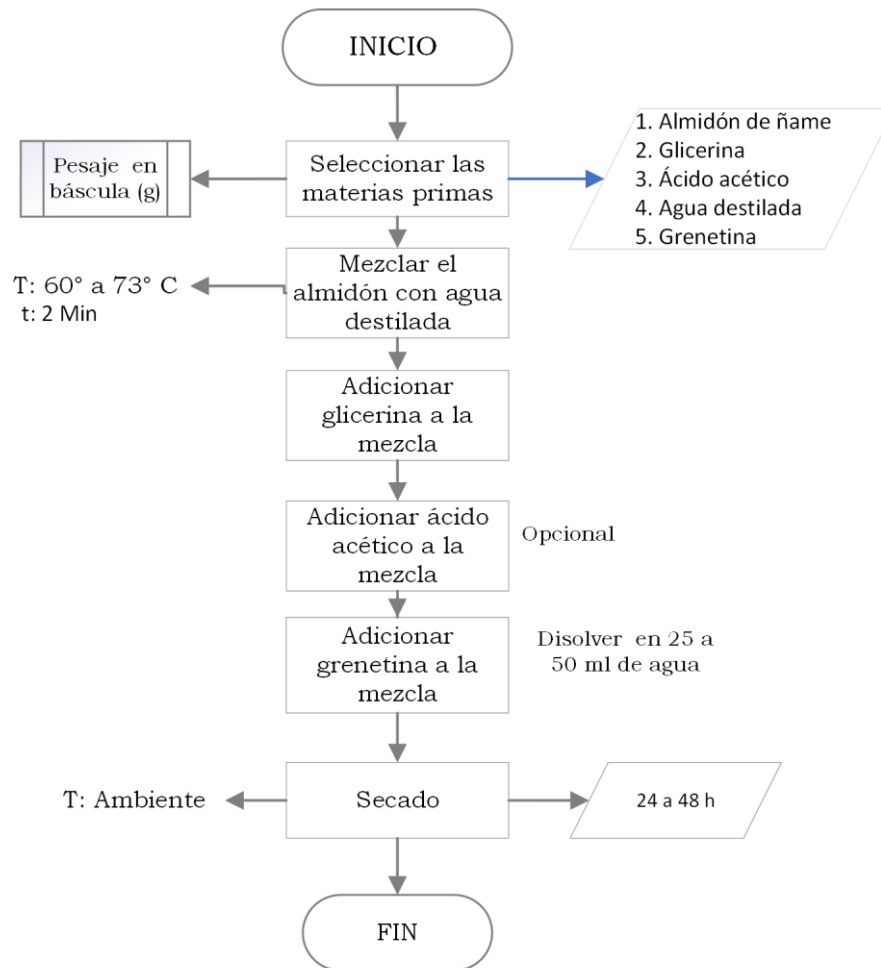


Gráfico 2. Proceso Obtención de Polímero a Base de Almidón de Ñame. Elaboración Propia

Se hace uso de las siguientes materias primas para la obtención del biopolímero:

1. Almidón de ñame (*Dioscorea Alata*)
2. Glicerina: Dota de propiedades plásticas al almidón
3. Ácido acético: Funciona como esterilizante del material, utilizado para disminuir la cantidad de microorganismos que puede llegar a contraer el biopolímero.
4. Agua destilada: Solvente utilizado en el proceso, el cual no contiene agentes extraños que puedan alterar los resultados del experimento.
5. Grenetina: Aporta propiedades gelificantes



En primer lugar, las materias primas mencionadas son medidas y pesadas según la cantidad a utilizar para la muestra, luego el almidón es mezclado con el agua destilada a una temperatura que varía entre, pasados alrededor de 2 min la mezcla empieza a gelificarse, en ese momento se adiciona la glicerina, el ácido acético y en algunas muestras se hace uso de la grenetina disuelta en 25 a 50 ml de agua.

Ahora bien, una vez obtenida la mezcla se procede a esparcir una capa fina de ésta en láminas de aluminio o vidrio para formar películas plásticas, las cuales se exponen a un proceso de secado a temperatura ambiente hasta lograr una consistencia en el material, lo cual varía de 24 a 48 h.

11. Pruebas De Calidad

Luego de obtener las muestras de películas plásticas, éstas deben ser sometidas a pruebas de calidad, las cuales ayuden a validar la practicidad para su uso y viabilidad de producción a mayor escala, dependiendo de lo observado, además de aportar a la delimitación de cantidades más establecimiento del proceso idóneo; también permite identificar aquellas variables dentro del proceso que incrementan, o, disminuyan las propiedades del biopolímero, las cuales entre sus principales propiedades se desglosan que son:

1. Aislantes eléctricos
2. Aislantes térmicos
3. Resistencia mecánica
4. Impermeables

N°	Cantidad de almidón (g)	Cantidad de glicerina (g)	Ácido acético (ml)	Agua destilada (ml)	Temperatura de gelatinización (C°)	Gelatina Sin sabor (g)	Ph	Registro fotográfico
1	10	5	6	60	62-70	7	5	
2	5	5	7,5	50	64-72	N/A	4	
3	3	10	5	97	61-71	0	4	
4	10	10	15	100	66-71	0	3	
5	7	5	7,5	50	64-72	N/A	4	
6	10	5	5	60	63-71	N/A	4	






7	10	5	6	60	65-73	7	5	
8	10	5	5	60	65-73	3,5	4	
9	10	6	6	50	62-70	N/A	6	
10	10	6	3	60	60-65	N/A	5	
11	10	5	7	50	63-68	N/A	4	

Tabla 1. Matriz de Datos – Cantidad de Sustancias para Muestras 1 - 11. Elaboración Propia

En lo que concierne a las pruebas aplicadas se realizaron dos muestras adicionales, teniendo en cuenta los resultados de las muestras preliminares del laboratorio y su comportamiento.

11.1. Prueba de tracción:

1. Muestra con grenetina



Imagen 1. Muestra 1 con Grenetina. Elaboración Propia

Almidón: 20 g

Grenetina: 14 g

Agua destilada: 120 ml

Ácido acético: 12 ml

Glicerina: 10 ml

Ph: 5

Peso Muestra 41,57 G

Medidas 7,8x7,8 Cm

Área 60,84 cm²

Peso Porta masas 50,52 G

Peso Cable 22,63 G

Tabla 2. Datos muestra 1

Peso Añadido (g)	Peso (g)	Longitud (Cm)	Fuerza (N)	Módulo de Young
0	137,35	7,8	0,0	0,00
50	187,35	7,81	1,8	23,08
100	237,35	7,81	2,4	30,77
150	287,35	7,81	2,9	37,18
200	337,35	7,81	3,4	43,59
250	387,35	7,81	3,9	50,00
300	437,35	7,81	4,4	56,41

350	487,35	7,81	4,9	62,82
400	537,35	7,81	5,4	69,23
450	587,35	7,81	5,9	75,64
500	637,35	7,81	6,4	82,05
550	687,35	7,9	6,9	8,85
600	737,35	7,9	7,4	9,49
650	787,35	7,9	7,9	10,13
700	837,35	7,9	8,4	10,77
750	887,35	7,9	8,9	11,41
800	937,35	7,9	9,4	12,05
850	987,35	7,9	9,9	12,69
900	1037,35	7,9	10,4	13,33
950	1087,35	7,9	10,9	13,97
1000	1137,35	7,9	11,4	14,62

Tabla 3. Variables muestra 1

2. Muestra sin grenetina

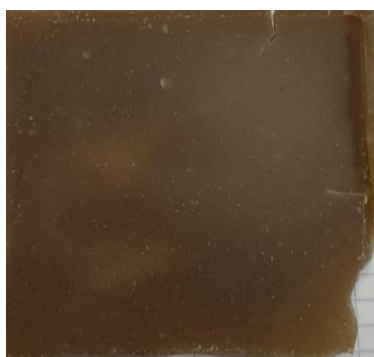


Imagen 2. Muestra 2 Sin Grenetina. Elaboración Propia

Almidón: 20 g

Agua destilada: 120 ml

Ácido acético: 12 ml

Glicerina: 10 ml

Ph: 4

Peso Muestra 23,02 g

Medidas 6,6x6,9 cm

Área 45,54 cm²

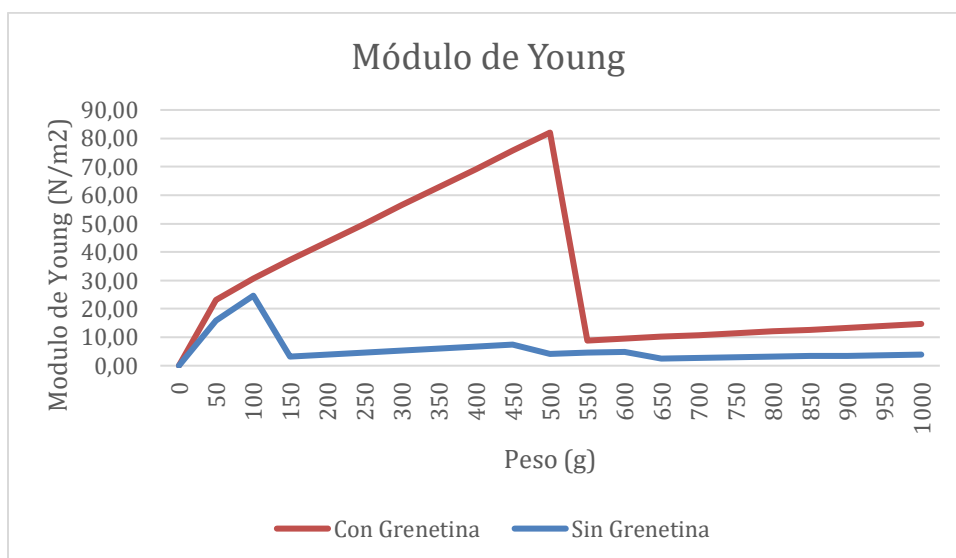
Peso Porta masas 50,52 g

Peso Cable 22,63 g

Tabla 4. Datos muestra 2

Peso Añadido (g)	Peso (g)	Longitud (Cm)	Fuerza (N)	Módulo de Young
0	68,28	6,6	0,0	0,00
50	118,28	6,61	1,1	15,94
100	168,28	6,61	1,7	24,64
150	218,28	6,7	2,2	3,19
200	268,28	6,7	2,7	3,91
250	318,28	6,7	3,2	4,64
300	368,28	6,7	3,7	5,36
350	418,28	6,7	4,2	6,09
400	468,28	6,7	4,7	6,81
450	518,28	6,7	5,2	7,54
500	568,28	6,8	5,7	4,13
550	618,28	6,8	6,2	4,49
600	668,28	6,8	6,7	4,86
650	718,28	7	7,2	2,61
700	768,28	7	7,7	2,79
750	818,28	7	8,2	2,97
800	868,28	7	8,7	3,15
850	918,28	7	9,2	3,33
900	968,28	7	9,7	3,51
950	1018,28	7	10,2	3,70
1000	1068,28	7	10,7	3,88

Tabla 5. Variables muestra 2



Gráfica 3. Comparación del módulo de young

El módulo de Young es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica una fuerza.

(Ortíz Domínguez & Cruz Avilés, 2022)

Teniendo en cuenta la definición dada, se puede concluir en base al análisis de los resultados obtenidos en el laboratorio que la muestra 1, la cual contiene grenetina tiene un módulo de Young más alto, lo que significa que la lámina es más rígida que la muestra 2, por lo cual se necesita un esfuerzo mayor que el aplicado en la lámina 2 para deformarla.

11.2. Conductividad eléctrica

	Conductividad eléctrica 10V	
	TENSION CONTINUA CENTRAL (V)	TENSION CONTINUA BORDES (V)
Muestra 1	0,03	1,28
Muestra 2	0,73	1,66

Tabla 6. Conductividad Eléctrica Muestras 1-2. Elaboración Propia

Los plásticos tienen una conductividad eléctrica baja, por lo cual el índice de transmisión de energía es casi nulo, por tanto, las muestras cumplen con la especificación.

11.3. Conductividad térmica

Muestra 1: 100° C

Muestra 2: 120° C

11.4. Biodegradabilidad

Las muestras fueron sometidas a un proceso de descomposición exponiéndolas a factores externos durante un mes y medio como el sol, la lluvia e incluso interacción con organismos vivos del entorno como las lombrices, a continuación, se puede ver el resultado

de las muestras sepultadas quedando una cantidad residual notablemente baja, obteniendo un proceso exitoso de descomposición en el tiempo estimado.



Imagen 3. *Proceso de Biodegradación Biopolímero - 15 días.* Elaboración Propia

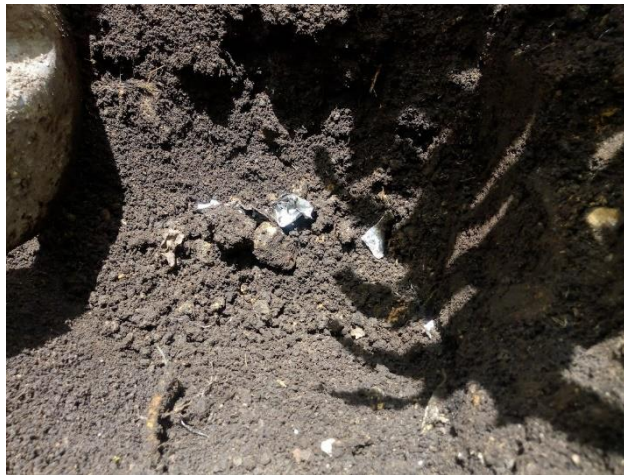


Imagen 4. *Proceso de Biodegradación Biopolímero – 1 mes.* Elaboración Propia



Imagen 5. *Resultante Biodegradación Biopolímero.* Elaboración Propia

12. Proyección Costos De Producción

12.1. Maquinaria





Imagen	Nombre del equipo	Descripción
	Molino industrial	Triturar los trozos de ñame con el fin de obtener partículas pequeñas
	Filtro	Separar la mezcla liquido – solido del ñame para obtener la lechada del tubérculo
	Decantador	Separar el almidón de la lechada por medio de la decantación centrifugada
	Mezclador con control de temperatura	Mezclar el almidón con las sustancias necesarias para obtener el biopolímero.
	Secador	Eliminar el exceso de humedad dentro de una cámara con circulación de aire caliente.

Tabla 8. Maquinaria necesaria en el proceso de producción del Biopolímero. Elaboración Propia

12.2. Costo de equipos

EQUIPO	VALOR (COP)	CANTIDAD	VALOR TOTAL (COP)
Molino Industrial	\$ 890.000	1	\$ 890.000
Filtro	\$ 3.286.950	1	\$ 3.286.950
Decantador	\$ 19.672.400	1	\$ 19.672.400

Mezclador con control de temperatura	\$ 8.298.018	1	\$ 8.298.018
Secador	\$ 6.800.900	1	\$ 6.800.900

Tabla 9. Costo Maquinaria Necesaria para la Creación de Biopolímero. Elaboración Propia

El costo total de los equipos necesarios dentro del proceso de elaboración del Bioplástico es de \$ 35.660.418 COP, cabe resaltar que los equipos señalados sirven como referencia para su producción a nivel industrial.

12.3. Costo de insumos

El costo de los insumos necesarios para el proceso corresponde al valor de cada uno en el mercado representado en la Tabla 10., cabe resaltar que estos costos corresponden a la creación de 41,57g del biopolímero.

INSUMO	VALOR (COP)	CANTIDAD	TOTAL (COP)
Agua destilada	\$ 2	120 ml	\$ 240
Ácido acético	\$ 2.56	12 ml	\$ 30.72
Glicerina	\$ 250	10 ml	\$ 2.500
Grenetina	\$ 44.64	14 g	\$ 625
Ñame	\$73.5	20 g	\$73.5

Tabla 10. Costo Insumos Necesarios para la Creación del Biopolímero. Elaboración Propia

Tomando como referencia la capacidad instalada por parte la maquinaria mencionada anteriormente se podrían realizar 2 ciclos cada uno de 2,8 h de procesamiento para producir en cada uno 20.8 Kg del Biopolímero, el costo de los insumos tendría un cambio con respecto a la tabla anterior, como se aprecia en la Tabla 11. Reflejando un costo total de \$ 1.194.980 COP y valor del producto por valor de \$ 185.500 COP por Kg del Biopolímero el cual tendría una medida de 160 – 180 cm^2 .

INSUMO	VALOR (COP)	CANTIDAD	TOTAL (COP)
Agua destilada	\$ 2000	60 L	\$ 120.000
Ácido acético	\$ 2.560	6 L	\$ 15.000
Glicerina	\$ 2500	5 L	\$ 12.500
Grenetina	\$ 44.640	7 kg	\$ 312.480
Ñame	\$73.500	10 kg	\$735.000

Tabla 11. Costo Insumos Necesarios para la Creación del Biopolímero. Elaboración Propia

12.4. Costo de Personal

Dentro del proceso de producción se necesitarían 2 operarios para el manejo y realización de las operaciones para obtener el Biopolímero, este costo se evidencia en la Tabla 12. Teniendo un valor anual de \$ 38.293.674 COP para los dos operarios.

Concepto	Costo Anual (\$ COP)
Salario Mínimo	\$ 12.000.000
Auxilio de Transporte	\$ 1.406.064
Aporte a Pensiones	\$ 480.000
Aporte a Salud	\$ 480.000
ARL	\$ 474.240
Parafiscales	\$ 1.080.000
Dotación	\$ 300.000
Vacaciones	\$ 559.032
Prima	\$ 1.116.720
Cesantías	\$ 1.116.720
Interés Cesantías	\$ 134.061
Valor Total	\$ 19.146.837

Tabla 12. Costo Personal Requerido para la Creación del Biopolímero. Elaboración Propia

12.5. Costos de Producción

Los costos directos de producción en donde se toma en cuenta el costo de la maquinaria, costo de insumos y costo de personal tendría un valor de \$ 75.149.072 COP

Así mismo los costos indirectos de producción correspondientes a servicios, materiales, equipos requeridos para el desarrollo de las actividades del proceso tendría un costo de \$ 39.124.160 COP representados en la Tabla 13.

Servicio o Implemento	Valor Unitario (COP)	Cantidad	Valor Total Anual (COP)
Agua			\$ 1.388.400
Luz			\$ 2.641.440
Gas			\$ 906.120
Equipos de Computo	\$ 2.710.200	1	\$ 2.710.200
Mantenimiento	\$ 124.500	4	\$ 498.000
Arriendo			\$ 30.000.000
Moldes	\$ 245.000	4	\$ 980.000

Tabla 13. *Costos Indirectos Implícitos en el Proceso de Creación del Biopolímero.* Elaboración Propia

Teniendo en cuenta todo lo anterior se tendría un costo total de \$ 114.273.232 COP, el cual correspondería a la inversión a realizar para el desarrollo del proyecto, caber resaltar que la inversión se validaría bajo tres fuentes de ingresos con diferentes porcentajes:

- Inversionistas 40%
- Capital Propio 10 %
- Préstamo (Deuda) 50%

13. Benchmarking

Según (Rock Content, 2017) esta estrategia se plantea como un análisis en donde se puede hacer la revisión de las empresas las cuales se encuentran en el mismo sector en el que se está incursionando y de igual forma delimitar su caracterización como una herramienta de gestión para el perfeccionamiento de procesos, productos y servicios.

Por medio del aprendizaje experimental, el cual a través de las diferentes comparativas de las empresas que están dentro del sector en el cual se está haciendo incursión se busca mejorar el desempeño y buscar el diferenciador que hará del producto o servicio que se esté pensando implementar sea distinto al de la competencia, caso contrario a copiar las estrategias y modelos de otras compañías; de igual forma el benchmarking es un proceso continuo que sirve de gestor empresarial para estar siempre a la vanguardia y con ello a siempre estar innovando en relación al cambio que puede estar sufriendo el sector debido a factores externos o internos de mejora en procesos y materiales, en donde se busca siempre ser constante, adaptable y tener una mente abierta para el aprendizaje a partir de la experiencia.

Tomando en cuenta lo anterior podemos delimitar la competencia de la siguiente manera:

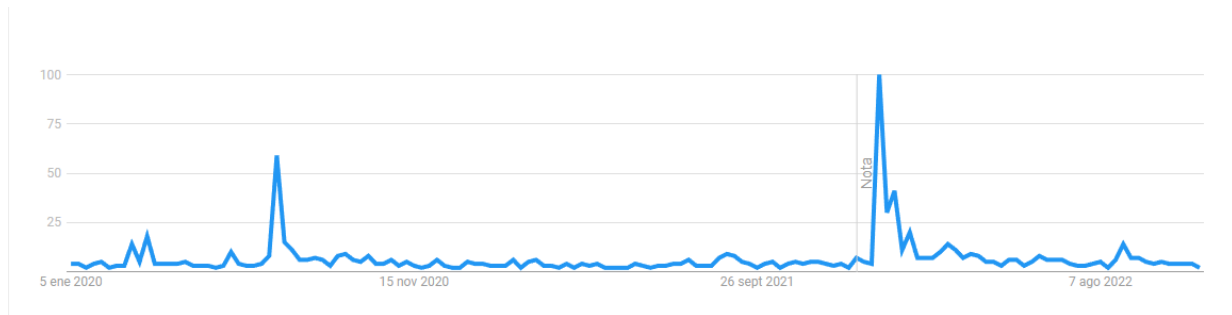
Empresas Sector de los Plásticos			
Empresa	Historia y Mercado	Productos	Características
Ecobioplast	Es un emprendimiento con el objetivo de desarrollar, producir, y comercializar polímeros de origen biológico o sintético, pero, en cualquier caso, biodegradables. Procuramos incorporar la mayor cantidad posible de materias primas de origen local con el fin de hacer más eficiente la producción, reducir la	<ul style="list-style-type: none"> • Rollos de Tubular de hasta 90 cm de ancho • Rollos de Bolsa Plana • Rollos de Lamina • Bolsas Planas • Bolsas con fuelle 	Fabricación de productos plásticos a partir de biopolímeros con el uso de almidón de yuca, y maíz. Fabricando productos solubles en agua, compostables y biodegradables en el suelo sin requerir ninguna condición especial.

	huella ecológica de nuestros procesos y productos, y favorecer la actividad económica local.		
Bermuplast		<ul style="list-style-type: none"> • Bolsas Plásticas • Bolsas de Polietileno • Bolsas Ziploc • Bolsas Biodegradables • Bolsas con Cierre Hermético • Bolsas de basura • Bolsas Plásticas Impresas • Guantes 	Productos plásticos de alta y baja densidad en diferentes presentaciones, inclusión de productos biodegradables bajo compuestos no tan pesados con el medio ambiente mejorando su descomposición.
Interplásticos Colombia	Empresa comprometida con el medio ambiente por medio del desarrollo de productos OXO-BIODEGRADABLES mejorando su proceso de descomposición.	<ul style="list-style-type: none"> • Bolsas OXO-BIODEGRADABLE • Bolsa para Basura OXO-BIODEGRADABLE • Bolsas Navideñas • Rollos Precorte 	Utilización de tecnología OXO-BIODEGRADABLE
Mahíz	Es una empresa colombiana, que nace gracias a la idea de una familia de aprovechar décadas de conocimiento (25 años) sobre la producción de empaques flexibles (bolsas), en donde se utilizan modelos sostenibles basados en el aprovechamiento de recursos y soluciones ambientalmente responsables.	<ul style="list-style-type: none"> • Bolsas E-Commerce. • Bolsas para mascotas • Bolsas de Shopping 	Fabricación de empaques flexibles enfocado en las estrategias de sostenibilidad.

Tabla 7. Comparativo Empresas Sector Plásticos Biodegradables. Elaboración Propia

Así mismo se puede evidenciar como cada una de estas empresas puede llegar a ser un competidor directo en caso de entrar al mercado bajo un producto que utilice la síntesis de almidón de ñame, de igual forma los biopolímeros según Google Trends mantiene un interés constante a lo largo de los últimos dos años como se aprecia en la gráfica 1. tomando esto como referencia podemos decir que este tema resulta interesante en nuestro país y más aún en

temas relacionados con buscar alternativas viables y sustentables para reemplazar artículos cotidianos, de uso diario y que generen el menor impacto ambiental posible.



Gráfica 4. *Interés de Búsqueda "Biopolímero" en Colombia. Tomado de Google Trends*

Por ello que resulta importante saber que los Biopolímeros toman un papel importante en la sociedad representado bajo el interés resaltado anteriormente y que por medio de este proyecto se incentive al desarrollo y complemente las futuras investigaciones para su desarrollo y producción a gran escala.

14. Crowdfunding

Crowdfunding o micro mecenazgo es un método de financiación colectiva, en donde los emprendedores y pequeños empresarios que necesitan respaldo económico para el desarrollo de sus proyectos lo reciben, por medio de inversiones en una plataforma en línea. A cambio de ello, se ofrecen recompensas, premios o asociaciones.

El funcionamiento del crowdfunding empieza cuando el emprendedor carga el proyecto en la plataforma, describe sus intereses y los beneficios que van a recibir los inversionistas, en segundo lugar, se promueve una campaña promocional del proyecto con el fin de incrementar la atención en el mismo, por último, se debe esperar el plazo establecido para evaluar la cantidad de fondos recaudados y al final pagar una comisión por el uso de la plataforma.

El crowdfunding puede realizarse de diferentes maneras, en la modalidad de:

- **Donación:** Se concentra en proyectos solidarios, se fundamenta en causas caritativas, en este ítem no hay recompensas pues solo queda la satisfacción de ayudar.
- **Préstamo:** Los inversionistas en esta modalidad recuperan su inversión más intereses, los cuales se establecerán según lo determine el emprendedor.
- **Recompensa:** Los inversionistas obtienen una recompensa en especie o en un bien determinado, proveniente de la empresa que están financiando.
- **Acciones:** Los inversionistas toman parte como accionistas con relación a su capital de financiamiento.

A continuación, se expone en un mapa mental los puntos que definen puntualmente el crowdfunding:

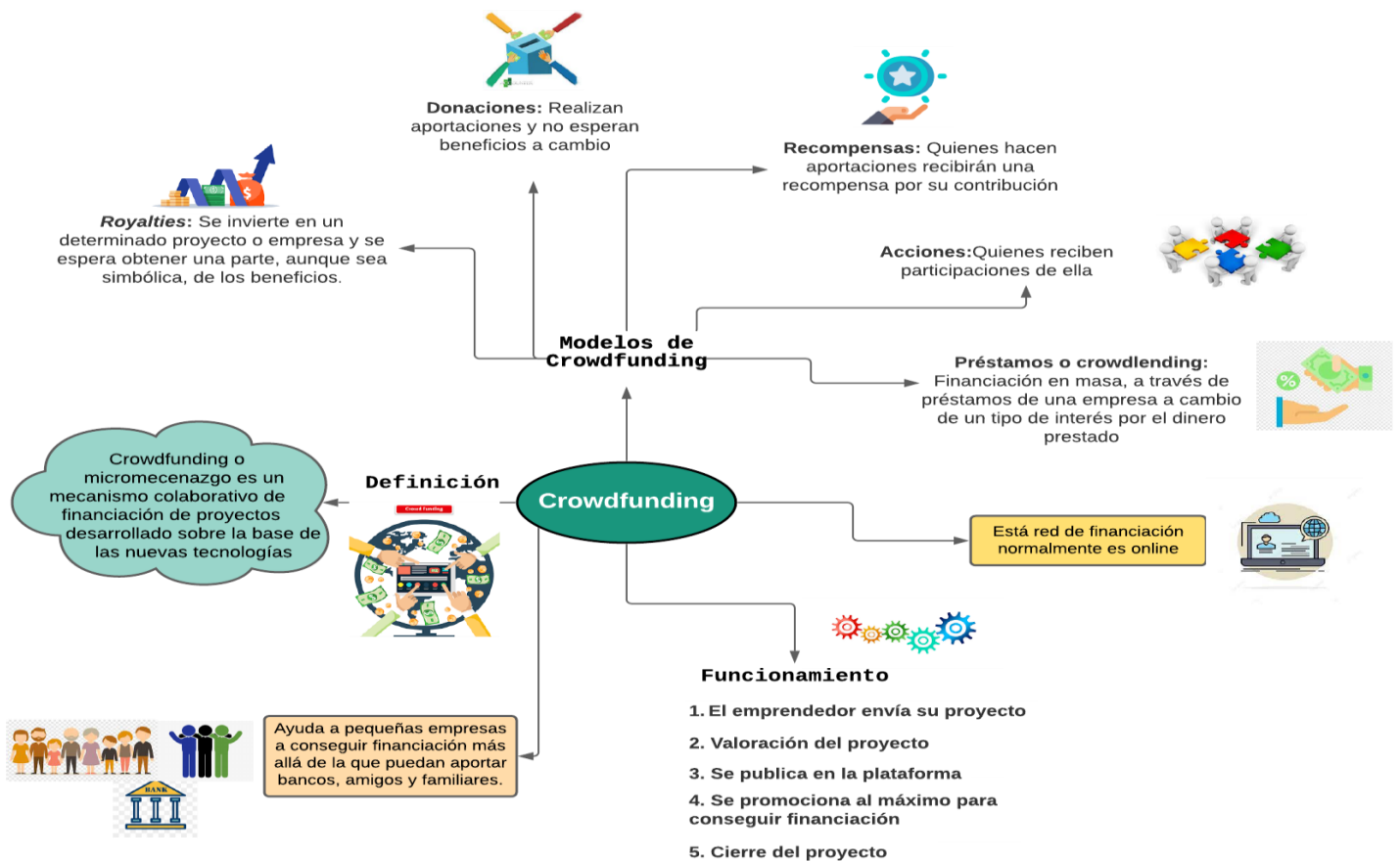


Imagen 6. Modelo de Crowdfunding. Elaboración Propia

15. Normatividad A Tener en Cuenta Para el Desarrollo del Proyecto

15.1. ISO 17556:2019

Normativa que especifica el método por el cual se puede determinar la biodegradabilidad aeróbica de los plásticos en los suelos, utilizando una medición basada en la demanda de oxígeno en un respirómetro cerrado o por medio de la cantidad de CO₂ evolucionada, esto con el fin de lograr una óptima biodegradación ajustando la humedad del suelo en donde se efectúa la prueba, así mismo el suelo utilizado afecta directamente en los resultados obtenidos los cuales sirven como proyección de la biodegradabilidad (International Organization for Standardization , 2019)

Este método puede ser utilizado en materiales como: polímeros naturales y/o sintéticos, copolímeros o alguna mezcla de estos, materiales plásticos que contengan aditivos como plastificantes o colorantes y polímeros solubles en agua; cabe resaltar que esta prueba no puede ser realizada con materiales que inhiban a actividad de los microorganismos que se encuentran en el suelo, para este caso se utilizan pequeñas cantidades del material u otro tipo de suelo.

Dentro de este método se toman como referencias algunas normas adicionales como:

- ISO 10390 (Calidad del suelo – Determinación de PH)
- ISO 10694 (Calidad del suelo – Determinación del carbono orgánico y total tras combustión en seco)
- ISO 11274 (Calidad del suelo – Determinación de las características de retención de agua – Métodos de Laboratorio)

15.2. Registro Patentes

Una patente se puede definir como:

Título de propiedad otorgado por el estado, que da a su titular el derecho de explotar e impedir temporalmente a otros la fabricación, venta o utilización comercial de la invención protegida.

(Superintendencia de Industria y Comercio, n.d.)

Las cuales ayudan a proteger las ideas creadas por medio de patentes de invención y de utilidad; de igual manera se debe verificar si el producto que se va a patentar cumple con los requisitos para la misma, en donde dichos requisitos se encuentran la novedad, nivel inventivo y aplicación industrial, de igual forma se debe hacer la consulta en cuanto al estado técnico del producto o idea a patentar debido a que puede haber documentos relacionados para así aportar al nivel de invención mencionado anteriormente.

Luego de esta revisión es necesario hacer una solicitud de patente, la cual debe contener descripción clara y completa de la invención, reivindicaciones que deben incluir las características técnicas novedosas para las que se reclama la protección legal, dibujos en caso de necesitar para poder comprender mejor la invención y un resumen breve sobre la invención, el problema técnico planteado y la solución que aporta a la innovación; luego de ello se podrá hacer la solicitud de manera electrónica o física.

Por último, hacer seguimiento del trámite para no incumplir los plazos, de igual forma la solicitud de patente debe cumplir con ciertos requisitos formales de presentación las cuales están contenidas dentro de la decisión 486 de 2000 y Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio Título X.

16. Resultados

-Las pruebas de calidad denotan un resultado acorde a las propiedades esperadas, ya que las láminas obtenidas mediante la praxis tienen una baja conductividad eléctrica, que respecta en 0,03 y 0,73 V una rigidez alta, con base en los resultados del módulo de Young, es decir, necesitan un esfuerzo mayor a 1 kilo para deformarse, además de una caracterización inolora, tono café debido al almidón añadido y presenta una estimación de biodegradabilidad baja cumpliendo con el objetivo propuesto.

-Dentro del desarrollo del proyecto se han ido identificando ciertas variables, las cuales son dependientes de los porcentajes utilizados en relación con cada materia prima usada para la creación del biopolímero. Teniendo en cuenta ello, se puede destacar la importancia de la hidratación y los tiempos de cocción para la mezcla de los diferentes reactivos involucrados dentro del proceso (almidón, glicerol, agua destilada, ácido acético, gelatina sin sabor), puesto que una cocción ejecutada a temperaturas elevadas puede ocasionar un secado vertiginoso, lo cual genera una deshidratación del material observando una textura espesa, posteriormente de su secado una lámina agrietada. Los cambios abruptos de temperatura ocasionan que la mezcla sufra de una deshidratación casi instantánea dado que al pasar de una constante de 60-70 grados Celsius a 110 grados Celsius en un lapso muy corto la mezcla experimenta una evaporación más rápida.

-Los tiempos empleados para cada proceso (Extracción del almidón de ñame (*Dioscorea alata*) y polimerización), deben ser precios ya que un desequilibrio en ellos puede ocasionar que la mezcla no homogenice correctamente y cree grumos los cuales afectan la textura de la lámina final.

-En el procedimiento ejecutado para la creación del biopolímero se evidencia como algunas muestras las cuales se vertieron en moldes de aluminio para su secado quedaron húmedas, ya

que no alcanzaron a evaporar la totalidad del agua contenida en el mismo, lo cual impide tener un secado completo.

-Por otra, se observa que la grenetina provee de características plásticas al material, pidiendo determinar

17. Conclusiones

Para uso del presente trabajo se utilizó el llamado ñame criollo (*Dioscorea Alata*), a causa de que es una de las especies de *Dioscorea* que cuenta con un porcentaje de almidón entre 64% y 79% según (González Vega, 2012) quien cita a Lebot et al., (2006), lo cual resulta benéfico para el desarrollo del presente proyecto, puesto que el almidón es un polímero natural que puede ser empleado para la elaboración de materiales plásticos biodegradables que cumplan con su función objetivo, sin dañar al medio ambiente, siendo un tubérculo semejante a alimentos como la papa, el maíz y la yuca que contienen un porcentaje de almidón considerable y se han elaborado productos biodegradables a partir de éstos.

En la extracción de almidón del Ñame (*Dioscorea Alata*) es importante resaltar que el objetivo es disminuir el desperdicio del almidón en todo su proceso, por lo cual utilizar técnicas, además de procedimientos precisos específicamente en las etapas de filtrado y decantación, fue la estrategia utilizada para incrementar el rendimiento, ya que como se evidencia en el Grafico 1. (Pag 17) hay mayor pérdida de masa, pues se separa la materia líquida (Agua) de la materia sólida (Almidón). Ahora bien, en el proceso se adiciono una etapa de molienda, la cual genera partículas más finas de almidón resultante, el cual es fundamental para el proceso de obtención del biopolímero.

Por otra parte, durante el desarrollo del proyecto se identificaron diferentes avances relacionados a la sintetización del biopolímero y la forma de optimizar sus propiedades físicas y químicas por medio del uso de diferentes sustancias (Ácido acético, glicerina, grenetina, almidón de ñame, agua destilada) en distintas cantidades, las cuales afectan de manera directa el resultado y su calidad, así mismo se rescata el aporte en dimensiones económicas y culturales como el fomento de la agricultura y la disminución de la

contaminación generada por los plásticos de un solo uso, los cuales se ligan a la implementación de la economía circular.

Dentro de las pruebas de calidad realizadas a todas las muestras creadas, se resaltan dos muestras particulares, una usando grenetina y otra sin grenetina, en donde cómo se puede evidenciar en la Gráfica 3. (Pag 26) para la prueba de tracción el uso de grenetina en el proceso de polimerización del ñame muestra una mayor rigidez evidenciado bajo un mayor módulo de Young en relación con la otra muestra, debido a que a mayor valor de éste significa una menor deformación del material ante un esfuerzo particular, esto debido a las propiedades plastificantes que aporta la grenetina al biopolímero, teniendo como resultado una resistencia de la lámina a más de 1 kg de peso.

Por otra parte, se hace referencia al costo para la producción a una mayor escala del biopolímero, el cual implica una gran inversión de maquinaria, insumos, personal y costos directos e indirectos por valor de \$ 114.273.232 COP, en donde es importante resaltar la capacidad de las máquinas, el cual facilita la producción de 20.8 kg diarios del biopolímero, bajo unas medidas de 160-180 cm^2 y un costo de \$ 185.000 COP así mismo es importante resaltar la posible demanda del biopolímero identificado en la Gráfica 4 (Pag 31), en donde se evidencia la búsqueda y potencialidad de mercado para este tipo de material, esto con el fin de dar una proyección ante una posible escalabilidad para su implementación y uso en diferentes productos necesarios en la sociedad.

18. Referencias

- Abd, H. (2013). *La planeación y desarrollo de producto*. Bogotá: Universidad piloto de Colombia
- Avellán, A., Díaz, D., Mendoza, A., Zambrano, M., Zamora, Y., & Riera, M. (23 de Diciembre de 2019). Obtención de bioplástico a partir de almidón de maíz. *7(1)*. Panamá: Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios. Obtenido de <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/215/215974004/index.html>
- BBVA. (s.f.). *Economía Circular*. Obtenido de ¿Qué es el reciclaje y por qué es importante reciclar?: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-reciclaje-y-por-que-es-importante-reciclar/>
- Belén Acosta, M. (31 de 05 de 2019). *Qué es la gestión ambiental*. Obtenido de Ecología Verde: <https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-gestion-ambiental-2035.html>
- Bermuplast. (2022). *Somos?* Obtenido de <http://www.bermuplast.com/>
- Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad, A.C. (2013). *¿Qué es Sustentabilidad?* Obtenido de CCGSS: <http://ccgss.org/sustentabilidad/>
- Cianciosi, P., & Marino, M. (2014). *Polímeros*. Obtenido de <http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/qaplicada/polimeros.pdf>
- Consortio de Servicios de la Palma. (s.f.). *¿QUÉ SON RESIDUOS ORGÁNICOS?* Obtenido de cslpalma: <http://www.cslpalma.org/5cubitos/que-son-los-residuos-organicos>
- Ecobioplast. (2022). *¿Quiénes Somos?* Obtenido de [https://www.ecobioplast.com.co/wp/Economía Circular](https://www.ecobioplast.com.co/wp/Economía%20Circular). (s.f.). *Economía Circular*. Obtenido de Fundación Economía Circular: <https://economiacircular.org/economia-circular/>
- Flórez Hernández, L., & Torres González, L. (2018). . Desarrollo de un producto derivado del ñame espino. La Guajira. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1075&context=ing_industria
- Garces Vargas, A. J., & Hernandez Alba, Y. T. (2020). *EVALUACIÓN DE PELÍCULAS POLIMÉRICAS BASADAS EN ALMIDÓN DE MAÍZ, ÁCIDO POLILÁCTICO Y POLIVIMIL ALCOHOL COMO ALTERNATIVA PARA LA SUSTITUCIÓN DE POLÍMEROS CONVENCIONALES A NIVEL LABORATORIO*. Obtenido de <https://vdocuments.mx/evaluacion-de-pelculas-polimricas-basadas-en-.html?page=1>

- González , A. (21 de junio de 2021). *Polímeros sintéticos*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/polimeros-sinteticos/>
- González Muñoz, Y. (2003). *Caracterización morfológica y molecular de genotipos de Dioscorea alata y D. trifida del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, , IDIAP y CATIE, Costa Rica*. Obtenido de https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5355/Morphological_and_molecular_characterization.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Granda Sánchez, J., & Ramos Contreras, Y. (agosto de 2019). Perú: <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/13393/GRANDA%20S%C3%81NCHEZ%2C%20Jorge%20Jeyson%3B%20RAMOS%20CONTRERAS%2C%20Yenny%20Merly.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- International Organization for Standardization . (Mayo de 2019). *Plastics — 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*. Obtenido de <https://www.sis.se/api/document/preview/80011630/>
- Interplasticos Colombia. (2022). *Nuestra Empresa*. Obtenido de <https://www.interplasticoscolombia.com/>
- LIBERA: Unidos contra la basuraleza. (2019). *Informe: Impacto del abandono del plástico en la naturaleza*. Obtenido de https://proyectolibera.org/wp-content/uploads/2019/03/Impacto-de-los-pl%C3%A1sticos-abandonados_LIBERA-def-1.pdf
- López de Victoria Cortés, i. (s.f.). *Reciclaje*. Obtenido de DRNA - Reciclaje: <https://www.drna.pr.gov/programas-y-proyectos/manejo-residuos/reciclaje/>
- Mahiz. (2022). *Quines Somos*. Obtenido de <https://www.mahiz.co/>
- ONU. (12 de 12 de 2018). *¿Qué es la economía circular y cómo cuida del medio ambiente?* Obtenido de Naciones Unidas: <https://news.un.org/es/interview/2018/12/1447801>
- Ortiz Domínguez, M., & Cruz Avilés, A. (05 de enero de 2022). *Determinación del módulo de young*. Obtenido de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/sahagun/article/view/7891/8487>
- Ramírez Hernández, O. (agosto de 2015). Identificación de problemáticas ambientales en Colombia a partir de la percepción social de estudiantes universitarios localizados en diferentes zonas del país. *31(3)*. México: Revista internacional de contaminación ambiental. Obtenido de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992015000300009

Regional Activity Centre for Sustainable Consumption and Production. (s.f.). *Producción más Limpia ¿Qué es?* Obtenido de <http://www.cprac.org/es/sostenible/produccion/mas-limpia>

Repsol. (21 de junio de 2021). *Economía Circular*. Obtenido de <https://www.repsol.com/es/sostenibilidad/economia-circular/index.cshtml>

Rock Content. (25 de agosto de 2017). *Qué es benchmarking y qué ventajas aporta a las empresas*. Obtenido de <https://rockcontent.com/es/blog/que-es-benchmarking/#:~:text=Es%20decir%2C%20que%20el%20benchmarking,para%20mejorar%20tu%20propio%20desempe%C3%B1o>.

Sánchez, E. (13 de marzo de 2019). La ONU pide cambios sin precedentes para evitar la catástrofe medioambiental del planeta. *EL PAIS*. Obtenido de https://elpais.com/sociedad/2019/03/12/actualidad/1552409167_549272.html

Sánchez Verdecia, L. (17 de noviembre de 2021). Características generales y factores ecológicos que influyen en el cultivo del ñame (*Dioscorea spp.*). Obtenido de [https://revistas.udg.co.cu/index.php/redel/article/view/2873/5870#:~:text=Los%20tall os%20de%20Dioscorea%20alata,largo%20\(Pinz%C3%B3n%2C%202014\)](https://revistas.udg.co.cu/index.php/redel/article/view/2873/5870#:~:text=Los%20tall os%20de%20Dioscorea%20alata,largo%20(Pinz%C3%B3n%2C%202014)).

Superintendencia de Industria y Comercio. (s.f.). *Pasos para solicitar una patente*. Obtenido de <https://www.sic.gov.co/pasos-para-solicitar-una-patente>

Universidad de los Andes, MASP, Greenpeace. (noviembre de 2019). *Situación actual de los plásticos en Colombia y su impacto en el medioambiente*. Obtenido de http://greenpeace.co/pdf/2019/gp_informe_plasticos_colombia_02.pdf

Casas Huaca, J. D., & Guerrero Daza, L. L. (2021). *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*. Obtenido de Universidad de las Américas: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8761/1/52214-2021-2-GP.pdf>

Salazar de Marcano, E., & Marcano, M. (2011). LA HARINA DE ÑAME (*Dioscorea alata*), UN INGREDIENTE POTENCIAL EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS DE PANADERÍA. *SABER Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*, 23(2), 134-140. Obtenido de SABER: <https://www.redalyc.org/pdf/4277/427739446007.pdf>

Schroder, P., Albaladejo, M., Alonso Ribas, P., MacEwen, M., & Tilkanen, J. (s.f.). La economía circular en América Latina y el Caribe. Obtenido de Oportunidades para fomentar la resiliencia: <https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/2021-01/2021-01-13-spanish-circular-economy-schroder-et-al.pdf>

Tejeda Benítez, L. P., Tejada Tovar, C., Villabona Ortiz, A., Tarón Dunoyer, A., Barrios Mindiola, R., & Tejeda Benítez, L. (2008). Aprovechamiento del ñame espino (*dioscorea rotundata*) en la producción de bioplásticos. *PROSPECTIVA*, 6(1), 68-74. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4962/496250973012.pdf>