

**SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN: PENSAMIENTO EN DISEÑO GRUPO DE  
ESTUDIO EN FIBRAS NATURALES Y PRODUCCIÓN LOCAL**

FOLIUM: Línea de empaques para cosmética natural  
elaborada a partir de subproductos del fique

María Isabella Lesmes Rivera

Directores

Juan Manuel España Espinoza

Fabio Andrés Téllez Bohórquez

Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano

Facultad de Artes y Diseño

Diseño Industrial

Bogotá D.C – 2021

## RESUMEN

El siguiente proyecto de grado titulado Folium presenta y desarrolla una investigación que tiene como finalidad generar un desarrollo de producto sostenible que permita el aprovechamiento integral de los residuos provenientes del desfibrado de fique, partiendo de la preocupación por la gestión ambiental en las actividades productivas del sector agrícola y la posibilidad de implementar nuevos usos alternativos de subproductos; con base a esto se ha realizado un estado del arte de los subproductos desarrollados actualmente con el fin de descubrir potenciales de aplicación del material, al indagar sobre los procesos de transformación del material se encuentra una posible aplicación al investigar sobre los impactos producidos en la generación de empaques provenientes de derivados del petróleo y provenientes de fuentes maderables, al analizar las propiedades de la materia prima se propone el desarrollo de un material que pueda contribuir a la demanda de materiales convencionales como plásticos y cartones, por lo cual se genera una propuesta de línea de producto de empaques para el sector de cosmética natural, a través del desarrollo de biopolímeros reforzados con la fibra de fique y de la producción de un material tipo papel a base de fique.

**Palabras clave:** bioplásticos, biodegradación, optimización de recursos, biomasa residual, transformación mecánica, sostenibilidad

## ABSTRACT

The following degree project titled Folium presents and develops an investigation that aims to generate a sustainable product development that allows the integral use of waste from fique shredding, based on the concern for environmental management in the productive activities of the sector agriculture and the possibility of implementing new alternative uses of by-products; Based on this, a state of the art of the by-products currently developed has been carried out in order to discover potential application of the material, when inquiring about the transformation processes of the material, a possible application is found when investigating the impacts produced in the generation of packaging from petroleum derivatives and from timber sources, when analyzing the properties of the raw material, it is proposed to develop a material that can contribute to the demand for conventional materials such as plastics and cardboard, for which a proposal is generated for packaging product line for the natural cosmetics sector, through the development of biopolymers reinforced with fique fiber and the production of a paper-like material based on fique.

**Keywords:** bioplastics, biodegradation, resource optimization, residual biomass, mechanical transformation, sustainability

## LISTA DE FÍGURAS

- Figura 1 Clasificación de las Fibras según su origen.
- Figura 2. (Esquema)Clasificación de biopolímeros Tomado de: Valero-valdivieso, M. F. (2013). BIOPOLÍMEROS: AVANCES Y PERSPECTIVAS BIOPOLYMERS : PROGRESS AND PROSPECTS. 171–180.
- Figura 3. (Tabla) Propiedades de algunas fibras naturales que se utilizan en materiales compuestos. Tomado de: Valero-valdivieso, M. F. (2013). BIOPOLÍMEROS: AVANCES Y PERSPECTIVAS BIOPOLYMERS : PROGRESS AND PROSPECTS. 171–180.
- Figuras 4 y 5. Jabones de Fique desarrollados por la empresa Espíritu de tierra tomado de: <http://www.espiritudetierra.com/producto/jabon-fique-mediano/>
- Figuras 6 y 7. Abono fermentado tipo EM Bocashi, Implementación Abono en cultivos tomado de: <https://es.slideshare.net/julianmmartinez/presentacin-sena-1939156>
- Figura 8. Agro textil para control de erosión tomado de: <https://es.slideshare.net/julianmmartinez/presentacin-sena-1939156>
- Figura 9. Cuero vegano a base de fique tomado de: <https://www.elespectador.com/noticias/economia/colombia-tendra-fabrica-de-cuero-vegano/>
- Figura 10. Costal de fique Tomado de: <https://ciaempaques.com.co/es/marca/sacos>
- Figura 11. Proceso de fabricación de papel Tomado de: <https://laprestampa.com/el-proceso-grafico/materiales-productos-y-soportes/fabricacion-del-papel/>
- Figura 12. Empaques elaborados con bagazo de caña de azúcar Tomado de: <https://www.sunflexcol.com/productos/linea-ecologica/28/bagazo-de-cana-de-azucar>
- Figura 13. Empaques PLA Tomado de: <https://www.sunflexcol.com/productos/linea-ecologica/32/fecula-de-maiz>
- Figura 14. Empaques Bagazo de trigo Tomado de <https://www.sunflexcol.com/productos/linea-ecologica/5/bagazo-de-trigo>
- Figuras 15 y 16 Embalaje de fibra de palma Tomado de <https://materialdistrict.com/material/palm-fibre-packaging>
- Figura 17 Cocomo Tomado de [https://www.enkev.com/en/market/packaging\\_22/](https://www.enkev.com/en/market/packaging_22/)

- Figura 18 Sulapac. Tomado de: <https://www.sulapac.com/>
- Figura 19,20 y 21. Papel de Morera Tomado de <https://materialdistrict.com/material/mulberry-paper/>
- Figura 22,23,24 Material Barkskin Tomado de <https://materialdistrict.com/material/barkskin/>
- Figura 25. Metodología de doble diamante
- Figura 26. Herramientas metodológicas
- Figura 27. Experimentación con bagazo de fique- biopolímero
- Figura 28. Experimentación con bagazo de fique- matriz reforzada
- Figura 29. Experimentación con mota de fique - matriz reforzada biopolímero
- Figura 30. Experimentación con mota de fique - matriz reforzada
- Figura 31. Experimentación con mota de fique – papel de fique e impresión
- Figura 32. Empaques primarios de biopolímero reforzado con mota de fique
- Figura 33. Empaque secundario con papel de fique

## Tabla de Contenido

Resumen

Abstract

Lista de figuras

1. INTRODUCCIÓN	8
1.1 Definición del problema	8
1.2 Justificación	9
1.3 Límites y Alcances	10
2. OBJETIVOS	11
2.1 Objetivo general	11
2.2 Objetivos específicos	11
3. MARCO DE REFERENCIA	12
3.1 Marco teórico	12
3.1.1 Fibras vegetales	12
3.1.2 Fique	13
3.1.2.1 Panorama del sector fiquero	14
3.1.3 Biopolímeros	14
3.1.4 Biodegradación	15
3.1.5 Materiales compuestos	16
3.1.6 Empaques	16
3.1.6.1 Empaque primario	18
3.1.6.2 Empaque secundario	18
3.1.6.3 Tendencias del sector	18
3.1.6.4 Empaques plásticos	19
3.1.7 Sostenibilidad	20
3.1.7.1 Desarrollo Sostenible	20
3.1.8 Cosmética Natural	21
3.2 Estado del arte	21
3.2.1 Aprovechamiento integral del fique en Colombia	21
3.2.1.1 Subproductos elaborados con el jugo de fique	21
3.2.1.2 Subproductos elaborados con el bagazo	22
3.2.1.3 Subproductos elaborados con fibra corta	23

3.2.1.4	Aplicaciones actuales de la fibra larga	24
3.2.2	Fabricación de papel proveniente de fuentes maderables	25
3.2.2.1	Impactos ambientales	25
3.2.3	Fabricación de papel con caña de azúcar	26
3.2.3.1	Impactos ambientales	27
3.2.4	Empaques con fibras vegetales	27
3.2.5	Papeles elaborados con fibras vegetales y aplicaciones	30
4.	METODOLOGÍA	32
4.1	Metodología de doble diamante	32
4.1.1	Fases	33
4.2	Herramientas metodológicas	34
5.	RESULTADOS	35
5.1	Investigación	35
5.2	Desarrollo del producto	38
6.	CONCLUSIONES	39
7.	ANEXOS	41
	ANEXO I. Diagrama de flujo proceso productivo	41
	Anexo II. Formato 3M	41
	BIBLIOGRAFÍA	42

## **1. INTRODUCCIÓN**

Este proyecto de grado está directamente vinculado al grupo de estudio de fibras naturales del semillero de diseño, pensamiento y creación, y es parte de un proceso investigativo mancomunado, que busca aportar y fortalecer a la generación de conocimiento en el campo de fibras vegetales, posicionando al área académica de diseño de producto y al programa de diseño industrial de la Utadeo en la vanguardia de la investigación de campo. El autor de este documento es miembro activo del semillero.

El siguiente proyecto busca la optimización y aprovechamiento de la materia orgánica, considerada como desecho, proveniente del proceso de desfibrado de fique (fibra corta y mota), con el fin de reducir los impactos ambientales generados por su acumulación y falta de uso, generando estrategias de desarrollo sostenible de materiales brindando nuevas opciones de desarrollo de producto, disminuyendo los procesos e impactos ambientales generados en la producción de materiales como cartones y plásticos.

### **1.1 Definición del problema**

El desarrollo de la cadena productiva de transformación de la fibra de fique comúnmente tiene lugar en regiones que cuentan con pocos recursos para su potencial productivo lo cual no permite el aprovechamiento integral de la hoja de fique, esto ha generado que se presenten acumulaciones de desechos como fibra corta, jugo y bagazo que producen impactos negativos al medio ambiente al contaminar fuentes hídricas cercanas a los terrenos de producción debido a sus altos niveles de toxicidad, afectando a las comunidades productoras quienes además hacen parte de una línea de producción limitada en la cual se presentan pocas oportunidades de desarrollo de producto que generan un desequilibrio económico en los ingresos y el flujo de caja

del productor, ocasionando una baja rentabilidad y sostenibilidad del cultivo. Por otra parte, los procesos de producción de materiales provenientes de fuentes maderables se han convertido en una preocupación medioambiental causando daños irreversibles como la deforestación y contaminación de fuentes hídricas, actualmente el uso de cartones o papeles se ha convertido en una de las opciones más amigables con el medio ambiente, sin embargo, no se tienen en cuenta los recursos naturales que se desperdician o afectan en sus procesos productivos.

## **1.2 Justificación**

El aprovechamiento ineficiente de la biomasa resultante del proceso de desfibrado de fique ha generado un desbalance entre: los costos de producción, los escenarios de venta y el valor de esta materia prima lo cual ha generado desmotivación para realizar el proceso de desfibrado por parte del productor, poniendo en riesgo la continuidad de las familias fiqueras en la actividad agrícola y produciendo afectaciones negativas al medio ambiente. Actualmente proceso de fabricación industrializada de producción de papeles y cartones en el que se usa como materia prima la celulosa proveniente de fuentes maderables existen problemáticas en cuanto la obtención de este recurso debido a que se contribuye a una dinámica de deforestación en aumento y fases del proceso de transformación como el blanqueamiento en el cual el uso de químicos como el cloro se ha convertido en una fuente de contaminación de fuentes hídricas; teniendo en cuenta la viabilidad de los desarrollos que se realizan actualmente con los residuos del proceso de desfibrado de fique y la cualidad de resistencia de este material fibroso, se propone la implementación de este material como una iniciativa adicional que permita contribuir a la demanda de producción de papeles y cartones, con el fin de brindar posibles escenarios de producto que puedan tener un valor agregado para las comunidades productoras y que a su vez ayude a minimizar los impactos ambientales.

### **1.3 Límites y Alcances**

- Implementación de los materiales a nivel de prototipo, haciendo uso de los moldes y formas diseñados a lo largo del proyecto.
- Desarrollo de una identidad gráfica aplicada al proyecto y la aplicación planteada, realizando una simulación del producto en el mercado.
- Búsqueda de otros escenarios de aplicación para los materiales.
- Experimentación del material.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Generar una estrategia de desarrollo de producto sostenible a través del uso integral de residuos del proceso de desfibrado de fique como lo son la fibra corta, la mota y el bagazo, con el fin de potenciar nuevos escenarios de aplicación que generen nuevos segmentos de comercialización para comunidades productoras y transformadoras.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Implementar una aplicación para el uso de desechos producidos en el proceso de desfibrado con el fin de reducir los impactos ambientales generados por la acumulación de estos recursos.
- Ofrecer nuevas alternativas de materiales biodegradables en el desarrollo de empaques, que disminuyan los impactos ambientales generados en la fabricación y fin de vida de materiales convencionales.
- Desarrollar una línea de empaques para el sector de cosmética natural que corresponda con la responsabilidad ambiental y requerimientos del sector.

### **3. MARCO DE REFERENCIA**

#### **3.1 Marco teórico**

##### **3.1.1 Fibras vegetales**

Materiales filamentosos de origen biológico, cuyas características químicas, físicas y mecánicas, otorgan cualidades en su aspecto, textura, longitud, resistencia y flexibilidad, que las hacen susceptibles de uso. Están compuestas por diferentes constituyentes heterogéneos vegetales tales como la celulosa, la lignina y la pectina. “Entre las fibras de origen vegetal están las que se extraen de la vellosidad de algunas semillas, como el algodón; de los tallos (o líber), como el lino y el cáñamo; fibras de follajes, como el sisal; y fibras de cáscaras, como las de coco” (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2009).

Las fibras son clasificadas en dos categorías principales blandas y duras. Las fibras blandas son aquellas en las que las células pueden o no estar lignificadas y suelen ser flexibles principalmente se encuentran en el floema de tallos de plantas dicotiledóneas, por otra parte, en las fibras duras se encuentran células con paredes fuertemente lignificadas y provienen tanto de los haces vasculares (tejidos de conducción) como de las células que los rodean, principalmente son extraídas de las hojas de plantas monocotiledóneas.

La implementación de fibras vegetales se ha convertido en una alternativa para aplicaciones industriales gracias a factores como su bajo costo y peso ligero, posicionándola como una fuente de materia prima renovable con propiedades superiores a otros materiales.

## Plantas



Figura 1. Clasificación fibras según su origen

Adaptado de Juan M. España

### 3.1.2. Fique

Es una planta proveniente de Centro y Sur América; sus cultivos se encuentran localizados en países como Colombia, Venezuela, Ecuador y México, países con condiciones tropicales, actualmente Colombia el país de mayor productor generando aproximadamente 30.000 toneladas/año, en el cultivo cuando la planta supera los 30 meses de siembra se considera que está lista para el corte de sus hojas, cada año se pueden realizar dos o tres cortes de acuerdo al desarrollo del cultivo, posterior al corte de las hojas en las primeras 24 deben ser desfibradas, el desfibrado consiste en desgaste de las hojas con el fin de obtener la fibra, para luego de esto ser lavada, sacada y empacada. Esta fibra resultante cuenta con características mecánicas debido a que existe un transporte de savia por la hoja que otorga resistencia y rigidez al material.

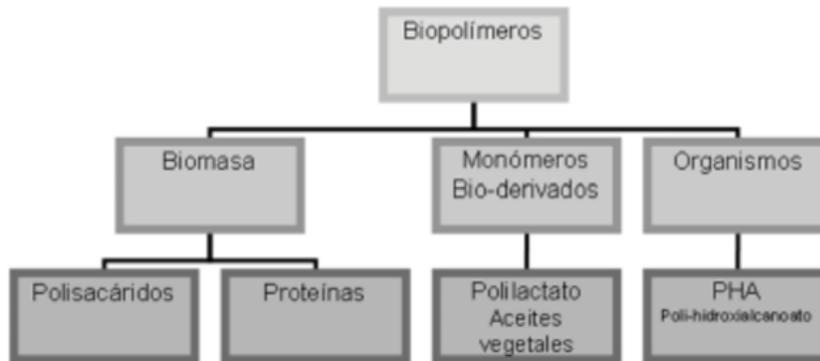
### **3.1.2.1 Panorama del sector fiquero**

Gran parte de los campesinos cultivadores de fique son propietarios de pequeñas extensiones de tierra, situadas comúnmente en regiones con pocos recursos para su potencial productivo por lo cual el sector fiquero no cuenta con la suficiente infraestructura y equipos necesarios para el aprovechamiento integral de los subproductos del fique, para muchas de estas comunidades su base principal de economía es y ha sido la agricultura sin embargo el presupuesto destinado para el sector fiquero es muy reducido porque tiene que competir con los demás sectores agropecuarios del país. El proceso de extracción de la fibra del fique, proceso en el cual se extrae la fibra mediante la máquina desfibradora y se seca la fibra para dejarla lista para su venta el mercado. “El método tradicional hace referencia a que luego de extraer la fibra se lavan en las aguas corrientes, produciendo efectos perjudiciales sobre el consumo humano, la flora y la fauna acuática”. (Ministerio del Medio Ambiente, 1997). La fibra larga extraída del proceso de desfibrado es vendida a empresas de empaques como Empaques del Cauca y Compañía de Empaques para la elaboración de sacos, telas y cordelería.

### **2.0.3 3.1.3 Biopolímeros**

Un biopolímero o bioplástico se puede definir como material cuya composición procede total o parcialmente de materiales renovables, adicionalmente son proyectados para procesarse implementando tecnologías usadas en la transformación de termoplásticos convencionales como soplado, inyección y extrusión. Estos bioplásticos no solo han generado interés en una sociedad que busca reducir los impactos contaminantes de la industria de los plásticos, también en el sector agrícola ya que brindan la oportunidad de buscar una salida de sus productos hacia nuevos mercados que brinden una mayor optimización de los recursos naturales.

En la clasificación de biopolímeros se pueden encontrar tres grupos: polímeros basados en recursos renovables (almidón y celulosa), polímeros biodegradables basados en monómeros bioderivados (aceites vegetales y ácido láctico) y biopolímeros sintetizados por microorganismos (polihidroxialcanoatos (PHA)).



*Figura 2. Clasificación de los Biopolímeros*

#### **2.0.4 Biodegradación**

En el campo de los polímeros el término de biodegradación se entiende como el proceso en el cual hay una injerencia de microorganismos a estos materiales en la cual se obtiene la desintegración del polímero en pequeños fragmentos debido a la ruptura de enlaces en su cadena de composición estructural principal, este proceso suele ser complejo en los plásticos debido al tamaño molecular de los polímeros y a su poca o nada solubilidad en agua, los microorganismos no son capaces de transportar el material polimérico a sus células donde la mayoría de procesos bioquímicos tienen lugar, los agentes resultantes de este proceso metabólico son agua, dióxido de carbono, metano (biodegradación anaerobia) y materia orgánica.

### 2.0.5 Materiales compuestos

Se entiende por material compuesto a una estructura resultante de la combinación de dos o más micro o macro constituyentes que son diferentes en forma y composición química y que son insolubles entre sí, dentro de estos se encuentran los materiales compuestos reforzados con fibras los cuales son conocidos por sus altas propiedades mecánicas y el alto valor añadido del material final, entre las fibras sintéticas se encuentran la fibra de vidrio, la fibra de carbono y la fibra de polímeros, sin embargo se ha buscado incrementar el uso de materiales reforzados con fibras que sean más baratos y que generen un menor impacto medioambiental por lo cual se están reforzando los polímeros con fibras naturales como el lino o la fibra de coco.

*Table 1 Properties of some natural fibers.*

Fiber	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Moisture content (wt. %)	Elongation at break (%)	Fracture stress (MPa)
Cotton	1.5	–	7.0-8.0	287-597
Jute	1.3	12.6	1.5-1.8	393-773
Flax	1.5	10.0	2.7-3.2	345-1035
Hemp	–	10.8	1.6	690.0
Sisal	1.5	11.0	2.0-2.5	511-635
Coir (fruit)	1.2	8.0	30.0	175.0
Bamboo	0.8	–	–	391-1000
Soft wood	1.5	–	–	1000.0
Pineapple	–	11.8	1.6	413-1627
Ramie	1.5	8.0	3.6-3.8	400-938

*Figura 3. Propiedades de algunas fibras naturales que se utilizan en materiales compuestos.*

### 2.0.6 Empaques

La definición brindada por la American Marketing Association (A.M.A) es la siguiente:

"Contenedor utilizado para proteger, promocionar, transportar y / o identificar un producto. El empaque puede variar de un envoltorio de plástico a una caja de acero o de madera o de tambor.

Puede ser primario (contiene el producto), secundario (contiene uno o más paquetes primarios) o terciario (contiene uno o más paquetes secundarios)" <sup>1</sup>

Funciones del empaque:

- Contener y proteger: Capacidad de contener productos en estado líquido, granulados o divisible, los empaques reducen daños físicos al disminuir posibles afectaciones como roturas, evaporación, derrames, deterioro, luz, calor, frío, contaminación entre otras.
- Promocionar: el empaque tiene la capacidad de diferenciar a un producto de sus competidores, gracias al uso de diseños, colores, formas y materiales con el fin de influir en la percepción del consumidor y su dinámica de compra.
- Facilidad de almacenamiento, uso y disposición: Los distribuidores mayoristas buscan presentaciones de empaques que sean fáciles de almacenar, transportar y posicionar y alargar la vida del producto en los anaqueles, por otra parte, los consumidores buscan empaques que sean fáciles de manejar (abrir y cerrar).
- Facilidad de reciclaje y reducción de afectaciones al medio ambiente: Los consumidores buscan empaques reutilizables, biodegradables o compostables, buscando una compatibilidad con el medio ambiente.

---

<sup>1</sup> De la página web «<http://www.marketingpower.com/layouts/Dictionary.aspx?dLetter=P>», correspondiente el sitio web de la American Marketing Association

### **2.0.6.1 Empaque primario**

Es el empaque que se encuentra en contacto directo con el producto, este debe ser atractivo debido a que estará en contacto directo y permanente con el cliente durante el ciclo de vida del producto.

### **2.0.6.2 Empaque secundario**

Es el empaque que está destinado a crear una unidad de carga que ayude a la reserva (puede contener uno o varios empaques primarios) y traslado del producto en algunas ocasiones puede tener un valor añadido al ofrecer al cliente una presentación más cuidada y atractiva del producto.

### **2.0.6.3 Tendencias del sector**

Una encuesta global de 2019 encontró que el 83% de los consumidores cree que es importante o extremadamente importante que las empresas diseñen productos destinados a ser reutilizados o reciclados. Las marcas están invirtiendo en envases ecológicos que reducen los residuos y el impacto medioambiental negativo y están ayudando a los consumidores a desechar los envases correctamente. Fuente: Sustainable Strategies: Packaging. (s. f.). WGSN. Recuperado 25 de noviembre de 2020, de <https://www-wgsn-com.ezproxy.utadeo.edu.co/li/article/88234>

Estrategias implementadas por las empresas:

- Crear sistemas recargables: ofrecer servicios de recogida, limpieza y recirculación de envases o envases que se puedan rellenar en casa. Utilice señales premium para hacer que la sostenibilidad sea deseable.
- Diseño de envases pensando en una segunda vida: animar a los consumidores a ser creativos con los envases después de su uso.

- Facilitar el reciclaje a los consumidores: ayudar a los consumidores a reciclar los envases correctamente a través de aplicaciones de reciclaje localizadas o servicios de devolución por correo.

#### **2.0.6.4 Empaques plásticos**

Están compuestos principalmente a partir de polímeros sintéticos como el polietileno (PE), el polipropileno (PP), el polietileno tereftalato (PET), el poliestireno (PS) y el cloruro de polivinilo (PVC).

Se caracterizan por su bajo costo y buenas propiedades mecánicas, en algunos casos de barrera (dependiendo del tipo de plástico). Es visto como sustituto a otros materiales como el vidrio, metal o papel/cartón. Se pueden modificar sus propiedades dependiendo de las propiedades requeridas, tales como, rigidez, elasticidad, color, degradabilidad, entre otras. Ya que son materiales susceptibles de moldearse mediante procesos térmicos, a bajas temperaturas y presiones.

#### **Impactos ambientales**

Cada año se producen más de 380 millones de toneladas de plástico el 79% se acumula en vertederos y en el medio ambiente, el 12% es incinerado y solo el 9% es reciclado, de este último solo el 10% se recicla más de una vez<sup>2</sup>, situación que provoca que a nivel mundial la recolección de plástico con objetivos de reciclaje no sea significativa, la mayoría de estos productos que no se reciclan quedan como agentes contaminantes al medio ambiente debido que se eliminan mediante procesos no recomendados (lo que aumenta la emisión de gases

---

<sup>2</sup> Fuente: “Production, use and fate all plastics ever made” Science Advances

contaminantes a la atmósfera) o se arrojan a espacios naturales (incrementando el volumen de materiales sin procesar).

## **2.0.7 Sostenibilidad**

La sostenibilidad se entiende como el principio organizador que permite desarrollar y suplir los objetivos del desarrollo social (humano) sin afectar en su ejecución a los sistemas naturales y a la generación de recursos naturales, el desarrollo sostenible se basa en tres pilares medio ambiente, sociedad y economía también es definida como:

Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones del futuro para atender sus propias necesidades.

*Meet the needs of the present generation without compromising the ability of future generations to meet their own needs.*

Comisión Brundtland: Nuestro Futuro Común (Comisión del Desarrollo y Medio Ambiente citado en Ramírez et al (2004): 55

Dentro de estos tres ejes principales se tienen en cuenta cuatro dimensiones básicas que son: democracia, paz, igualdad, y respeto hacia los derechos humanos, desarrollo apropiado que no afecte a los ecosistemas, y por último conservación del medio ambiente que no ponga en riesgo la flora o fauna.

### **2.0.7.1 Desarrollo Sostenible**

El desarrollo sostenible se ve como una necesidad dentro del margen de una cultura que cuenta con recursos limitados (nutrientes en suelo, agua potable, minerales entre otros) los cuales susceptibles a agotarse hasta el punto de desaparecer , las condiciones planteadas para el desarrollo sostenible son: ningún recurso renovable deberá ser utilizado a un ritmo acelerado o superior al de su generación, ningún recurso no renovable deberá aprovecharse a un ritmo que sobre pase el tiempo en que pueda ser reciclado, o disuelto por el medio ambiente, y ningún contaminante deberá producirse a un ritmo superior de que pueda ser reciclado.

## **2.0.8 Cosmética Natural**

La cosmética natural se entiende como todo aquel producto o conjunto de productos cuya formulación esta basada en materias primas de origen natural vegetal, adicionalmente no cuenta con sustancias como parabenos, derivados del petróleo, aromatizantes o colorantes sintéticos y se destacan por su política de no testear los productos en animales.

## **3.2 Estado del arte**

### **3.2.1 Aprovechamiento integral del fique en Colombia**

El fique es una fibra biodegradable, de la cual posterior al proceso de desfibrado se utiliza únicamente el 4% de la hoja y el 96% restante, son considerados residuos compuestos por fibra corta o estopa, jugo y bagazo que en la mayoría de los casos se desechan, por lo cual se convierten en productos de bajo valor de comercialización para las comunidades productoras fijando valores para la fibra de corta de \$ 1.440/kg (Fuente Cadefique 2018) por lo cual se presenta un desbalance para el productor, teniendo en cuenta que el precio de la fibra es bajo respecto a los costos de producción y debido a la alta intermediación presentada en los procesos de comercialización. A nivel nacional se han desarrollado distintas investigaciones para aprovechar estos residuos en la elaboración de otros productos, sin embargo, otra problemática que surge es el poco control de calidad de estos nuevos productos y las pocas estrategias de comercialización de los mismos.

#### **3.2.1.1 Subproductos elaborados con el jugo de fique**

Se puede producir etanol gracias a una levadura que se obtiene de este desecho; también se han descubierto compuestos químicos esteroidales que sirven para ser la base de antibióticos.

Igualmente se pueden hacer bioplaguicidas, fungicidas e insecticidas, que se producen a partir de

la purificación del jugo, Adicionalmente se ha abierto la apertura al mercado de productos de limpieza como jabones, champús y detergentes.



*Figuras 4 y 5 . Jabones elaborados con jugo de fique*

### **3.2.1.2 Subproductos elaborados con el bagazo**

En cuanto al bagazo, se está empleando como suplemento para los suelos, puesto que si se expone al sol se absorben los químicos, los degrada y puede actuar como fertilizador. Los agricultores lo emplean para mezclarlo con gallinaza en la tierra del mismo cultivo o en otros sembrados. Experiencias que están suficientemente documentadas los Congresos Internacionales de Fibras Naturales (Álvarez, 1996), (Estrada, 1997) y (Castellanos y otros, 2009), demuestran que el 96% de la biomasa considerada como residuos, constituyen un volumen apreciable de material, que, procesado adecuadamente, se puede convertir en abono de excelente calidad para mejorar las condiciones del suelo en las explotaciones agrícolas, adicionalmente se están realizando desarrollos de uso del bagazo para la producción de combustibles generadores de energía y como alimento para animales ((bovinos, cabras, cuyes).



*Figura 6. Abono orgánico*



*Figura 7. Cultivo de acelga con abono*

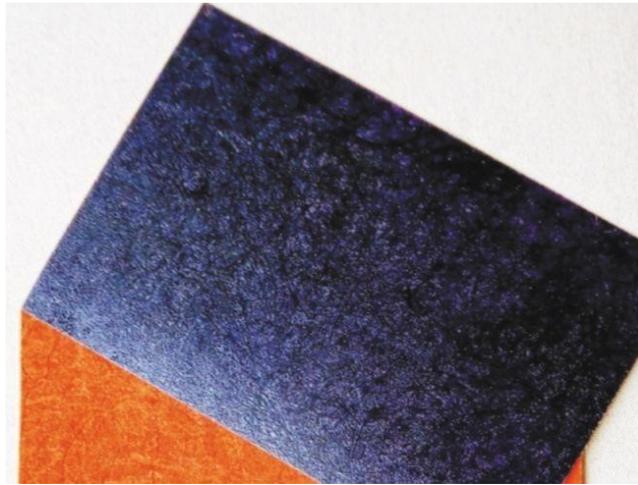
### **3.2.1.3 Subproductos elaborados con fibra corta**

La fibra corta ha sido descartada por parte de las empresas de empaques para la elaboración de sacos de transporte de productos agrícola, sin embargo, hay aplicaciones en que se usan para la elaboración de mayas o sacos para el control de erosión (movimiento de partículas de suelo causado por agentes naturales).



*Figura 8. Agro textil control de erosión*

Adicionalmente para la fibra corta se han desarrollado otras alternativas de aplicación como la elaboración de textiles no tejidos como la patente presentada por Alejandro Moreno de cuero vegano de fique (Figura 6.), existen productos en proceso de patentes como el desarrollo de esponjas y estropajos, y dentro de las alternativas visibles por parte de investigadores del sector se destaca la posibilidad de desarrollar papeles finos para la elaboración de billetes y cartones.



*Figura 9. Cuero vegano a base de fique*

#### **3.2.1.4 Aplicaciones actuales de la fibra larga**

El 4% resultante del proceso de desfibrado, conocido como fibra larga se utiliza en el área de producción de artesanías, producción de sacos para empaque y transporte de productos agrícolas, producción de hilos y cordelería (Investigación de aplicación de hilo de tutorado), y nuevas iniciativas de elaboración de bolsas para compras que buscan sustituir el uso de plásticos.



*Figura 10. Costal de fique.*

### 3.2.2 Fabricación de papel proveniente de fuentes maderables

La pulpa de celulosa un material elaborado a partir de madera y es el más utilizado a nivel global para la fabricación de papel, algunas de las especies utilizadas para esta producción suelen ser maderas pulpables, generalmente son maderas blandas como la picea, el pino, el abeto y el alerce, pero también maderas duras como el eucalipto y el abedul.



*Figura 11. Proceso de fabricación de papel*

Las fibras de celulosa (ya sean vírgenes o previamente recicladas) se mezclan con agua y son llevadas a procesos de blanqueo donde implementan sustancias como el cloro, luego de esto son sometidas a procesos de gravedad, vacío, presión y secado, finalmente son llevadas a la zona de bobinado y corte para finalizar con el empaque y transporte de las hojas finalizadas.

### **3.2.2.1 Impactos ambientales**

Los principales impactos ambientales de la producción de la pulpa de celulosa de fuentes maderables provienen del impacto sobre los bosques (deforestación) y los subproductos generados en el blanqueo (contaminación del agua).

Blanqueo: al realizar este proceso normalmente la pulpa de celulosa es blanqueada utilizando cloro elemental (no combinado con otros compuestos) liberando subproductos no deseados como las dioxinas y los furanos. Los residuos líquidos son la mayor causa de contaminación, ya que estos contienen lignina, alta demanda biológica de oxígeno, así como alcoholes, cloratos y metales pesados.

### **3.2.3 Fabricación de papel con caña de azúcar**

“Para satisfacer la alta demanda de papel cada año se talan miles de árboles, lo cual ha sido un tema ambiental importante. Con la finalidad de reducir la huella de carbono y la deforestación, las industrias utilizan como materia prima alternativa para la fabricación de papel el bagazo de la caña de azúcar” (Omari, 2013).

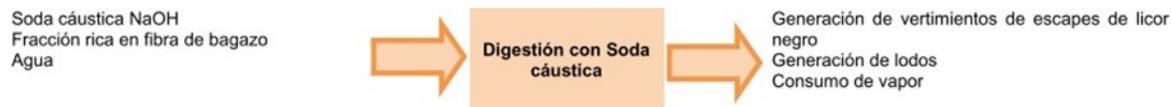
Proceso industrial:

- Se obtiene la caña de azúcar que es considerada como una fibra altamente no maderera para la producción de papel.
- La caña después de cortada es transportada hacia un complejo industrial donde se lava y se corta, en este proceso se cortan sus hojas.
- Se pasa por un molino de trapiche en donde el jugo de la caña es separado de la fibra este se utiliza para hacer el azúcar y otros derivados.

- La fibra es llevada a los digestores donde se mezcla con soda cáustica y vapor para eliminar la lignina de las fibras.
- Después la pulpa pasa por un proceso de depuración, donde se lava y se blanquea usando cloro.
- Finalmente pasa por la máquina de papel donde se escurre la pulpa y se produce la hoja de papel. Esta se prensa y se seca al vapor, esto con el fin de cortarlas y darles el grosor deseado. Después se embalan y empaca.

### 3.2.3.1 Impactos ambientales

El hidróxido de sodio se utiliza para la fabricación de muchos productos de uso diario, como papel, aluminio, limpiadores de hornos y desagües comerciales, y jabones y detergentes, sin embargo, en este proceso de fabricación se genera el vertimiento de licor negro que es un residuo contaminante debido a su PH (12 a 13 unidades) lo cual hace que sea poco biodegradable en condiciones normales como las encontradas en fuentes hídricas.



*Becerra Quiroz, A. P. (2016). Evaluación de la sustentabilidad del aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar en Colombia a partir del Análisis de Ciclo Vida. Ingeniería Solidaria, 12(20), 133–14*

### 3.2.4 Empaques con fibras vegetales

#### Alternativas presentadas en el mercado

A nivel nacional con el objetivo de suplir la demanda de buscar nuevas fuentes de producción de celulosa y producción de empaques que busca reducir los impactos ambientales, se destaca la

implementación de materiales elaborados con bagazo de caña de azúcar, fécula de maíz (PLA), y el Bagazo de trigo.



*Figura 12. Empaques elaborados con bagazo de caña de azúcar*



*Figura 13. Empaques PLA*



*Figura 14. Empaques Bagazo de trigo*

## Aplicación fibras naturales en empaques

Embalaje de fibra de palma: Apto para el envasado de alimentos, este material es natural, renovable y compostables. Los productos de fibra de palma se descomponen en 90 días. Antes de esta alternativa natural de empaque y papel, la fibra de palma sobrante tenía que ser incinerada o enviada al relleno sanitario, creando así un flujo de residuos con impactos negativos para el medio ambiente y la salud de las comunidades.



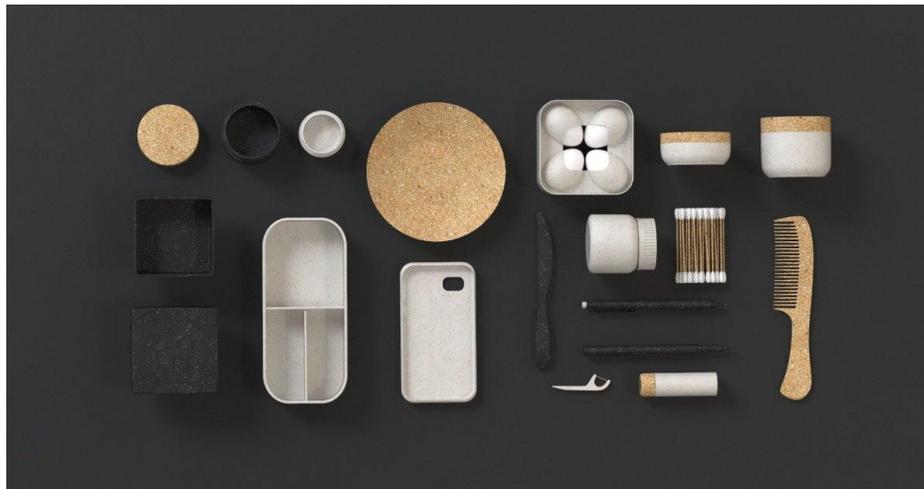
*Figuras 15 y 16. Embalaje de fibra de palma*

Cocoform: Una combinación de 60% de fibras de bonote (coco) y 40% de látex natural, este compuesto fibroso moldeable ofrece una fácil conformación de formas complejas con buena estabilidad dimensional. Tanto el bonote como el látex natural son renovables, biodegradables y compostables. Las fibras se retiran de la cáscara de coco y se forman en una estera de capas, entre las cuales se inyecta caucho de látex. Luego, las láminas se prensan con calor en formas específicas utilizando un molde calentado. Las hojas planas estándar que se pueden moldear en caliente se ofrecen en dimensiones de 2000 x 2200 mm. El grosor final de una hoja prensada dependerá de su perfil y grosor original, pero se pueden producir piezas tan delgadas como 1 mm (0,04 pulg.).



*Figura 17. Cocoform*

Sulapac: Es un material elaborado a partir de residuos de madera y aglutinantes naturales, el cual se biodegrada sin dejar residuos permanentes de micro plásticos, este ha sido utilizado en aplicaciones como empaques para cosméticos, sustitutos a pajillas plásticas, adicionalmente ha sido adaptado a líneas de producción establecidas donde se emplean procesos como moldeo e inyección para producir elementos como peinillas, tarros y perchas.



*Figura 18. Sulapac*

### 3.2.5 Papeles elaborados con fibras vegetales y aplicaciones

Mulberry paper: El papel de morera es un papel hecho a mano que está formado por fibras largas de la morera. Los materiales de desecho y los restos de papel de mora se pueden reciclar para producir un nuevo producto. El papel cuenta con un patrón texturizado, este se puede utilizar para embalajes, material de oficina y revestimientos de paredes.



*Figuras 19,20 y 21. Papel de Morera*

Barkskni: es un material de corteza orgánico machacado a mano, Debido al carácter artesanal del producto, cada pieza es única. Cada hoja del material tiene un lado rugoso y otro liso. El material es aplicado como papel tapiz, recubrimiento en mobiliario e iluminación.



*Figuras 22,23,24. Barkskin*

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1 Metodología de doble diamante

El modelo de diseño de proceso de doble diamante es una metodología de diseño e innovación desarrollado por el Design Council con el fin de desarrollar propuestas que solucionen problemas complejos correspondientes a las necesidades de las personas. Este se encuentra compuesto por cuatro fases, en dos de ellas se plantean una serie de hipótesis e ideas (descubrimiento y definición), y luego en las dos restantes se definen conceptos de desarrollo e implementación de una solución (desarrollo y entrega) a continuación se muestra el esquema de la metodología aplicada al proyecto.

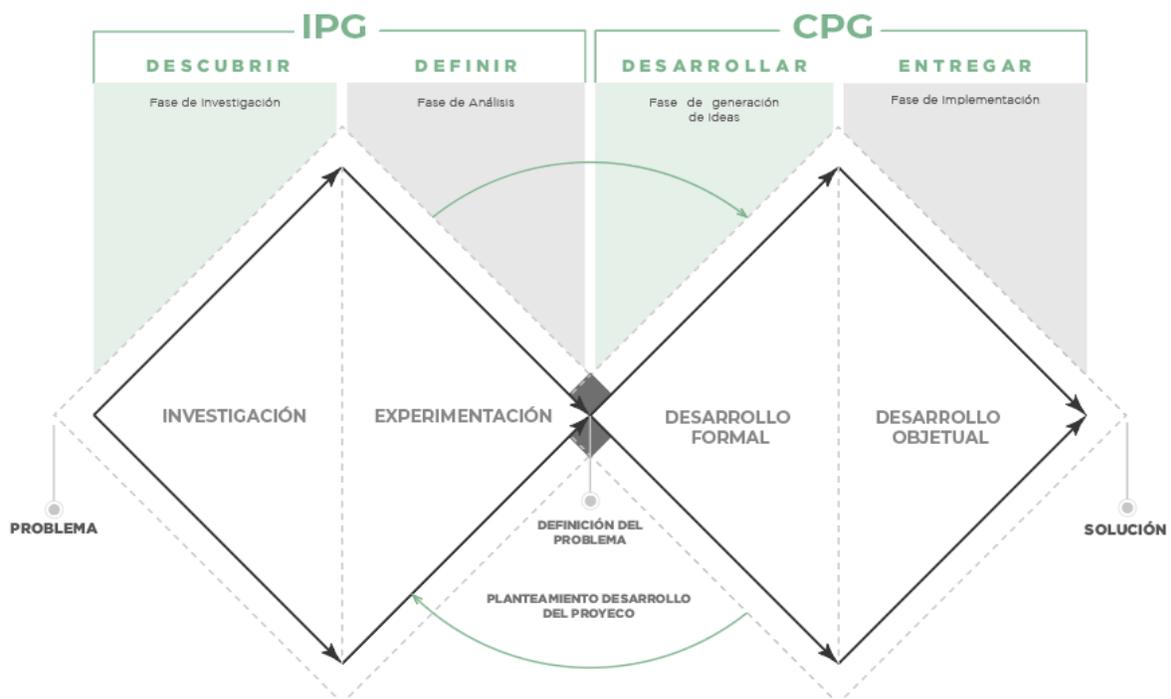


Figura 25. Modelo de doble diamante

#### 4.1.1 Fases

1. Descubrir: En esta fase se realiza un levantamiento de información (estado del arte) sobre los subproductos desarrollados con la fibra de fique y productos resultantes del proceso de desfibrado donde se buscan posibles escenarios de aplicación para el uso integral de estos residuos, adicionalmente se realiza una revisión bibliográfica sobre las propiedades físicas del fique y el desarrollo de biopolímeros reforzados con fibras naturales y referentes de aplicación.
2. Definir: En esta etapa se realizan las primeras pruebas de transformación de material con el fin de destacar aplicaciones que sean poco viables debido al comportamiento del material, se hace una transformación de la fibra para generar las primeras pruebas del papel a base de fique, los biopolímeros reforzados y matrices sintéticas con el uso de resina epóxica.
3. Desarrollar: En esta etapa de la mano a la realización de pruebas entendiendo alcances del material, se define un contexto de aplicación del material el cual es el desarrollo de empaques para la industria de cosmética natural, teniendo en cuenta los requisitos del sector, necesidades de los usuarios y oportunidad de aceptación en el mercado, para esto se realiza una etapa de bocetación donde se toman referentes botánicos de “protección” pensado desde la función del empaque y una fase modelado para visualizar las propuestas.
4. Entregar: En esta etapa se generan los insumos para producción de prototipos como moldes en yeso y caucho silicona para la elaboración del biopolímero y la matriz sintética reforzada, con el fin de unirlos para crear el cuerpo del empaque y su mecanismo de cierre/apertura, adicionalmente se agrega un recubrimiento de cera de

abeja teniendo en cuenta la capacidad de impermeabilidad que brinda el material y su uso referencial en el sector cosmético como un agente de conservación de estos productos.

## 4.2 Herramientas metodológicas

A continuación, se presentan las fases iniciales del desarrollo del proyecto junto con las herramientas metodológicas implementadas

### Metodología



#### Fases

- Mapeo de escenarios de productos desarrollados actualmente
- Diagnóstico dinámicas de gestión en contexto
- Diagnóstico de procesos técnicos
- Definición línea de productos (experimentación), escenarios de aplicación

#### Actividades

- Mapeo, clasificación y priorización de productos existentes
- Análisis de impactos ambientales en el contexto
- Mapeo procesos de transformación
- Definición línea de productos
- Experimentación con el material
- Ideación de producto

#### Herramientas metodológicas

- Protocolo de entrevista
- Diagnóstico de viabilidad de desarrollo
- Revisión bibliográfica
- Identificación de propiedades de la fibra
- Pruebas de Laboratorio
- Exploración de referentes



Figura 26. Herramientas metodológicas

## 5. RESULTADOS

Bajo la premisa de buscar nuevas tecnologías y usos alternativos que permitan el aprovechamiento integral de los residuos del desfibrado se fique se inicia en CPG una etapa de experimentación con el material tomando como base el desarrollo de biopolímeros reforzados con fibras naturales, matrices sintéticas reforzadas con fibras naturales y el proceso de producción de papel artesanal a base de la fibra de fique.

### 5.1 Investigación

Para las fases de experimentación se implementan inicialmente los residuos de bagazo y mota de fique con el fin de determinar que material es más conveniente para la aplicación propuesta, también se realiza con el fin de tener un acercamiento de cómo se puede procesar el material, a continuación, se evidencian los resultados de este proceso.



21 ml de Agua  
1.0 ml de Glicerina  
7.95 gr almidón de yuca  
17.1 gr de bagazo equivalentes a 30 ml



*Figura 27. Experimentación con bagazo de fique- biopolímero*

## Prueba # 1

70% Bagazo  
30% Resina poliéster

Recomendación de para pruebas pequeñas usar los porcentajes 30%-70%



Figura 28. Experimentación con bagazo de fique- matriz reforzada

El desarrollo de esta experimentación permite tomar decisiones en el proyecto, en este caso de descartar el uso de bagazo como materia prima principal debido a sus condiciones de acabado y manejo del material, a continuación, se evidencia el desarrollo de las mismas pruebas reemplazando el bagazo por la mota de fique.



21 ml de Agua  
1.0 ml de Glicerina  
7.95 gr almidón de yuca  
12 gr de mota cortada



Figura 29. Experimentación con mota de fique - matriz reforzada biopolímero

## Prueba # 2

70% Mota de fique  
30% Resina poliéster

Recomendación de para pruebas pequeñas usar los porcentajes 30%-70%



Figura 30. Experimentación con mota de fique - matriz reforzada

Esta etapa de experimentación permite escoger el biopolímero reforzado con mota de fique como material para la aplicación requerida, adicionalmente se realizan unas pruebas de transformación de la mota de fique para conseguir un material tipo papel y la capacidad de impresión del material, teniendo en cuenta que este material es pensado para elaboración de empaques secundarios o embalaje.

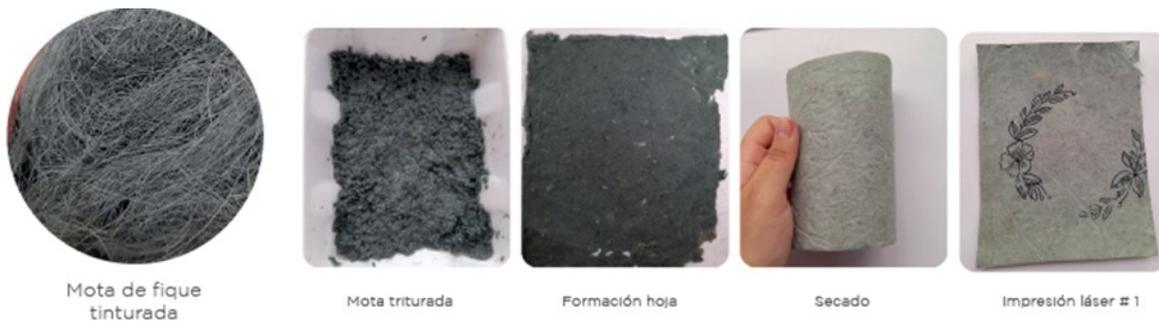


Figura 31. Experimentación con mota de fique – papel de fique e impresión

## 5.2 Desarrollo del producto

Teniendo en cuenta los resultados de la etapa de experimentación se plantea el desarrollo de una línea de empaques para el sector de cosmética natural que permitan la implementación de los materiales desarrollados (Anexos I y II diagramas de flujo elaboración de materiales), esta línea está compuesta por tres empaques primarios y una presentación de empaque secundario para embalaje (Anexo III Arte/troquel), los primarios pensados en la contención de productos cosméticos como polvos sueltos, y cremas o mascarillas, a continuación se presenta una representación tipo render de los productos que componen la línea.



*Figura 32. Empaques primarios de biopolímero reforzado con mota de figue*



*Figura 33. Empaque secundario con papel de figue*

## 6. CONCLUSIONES

- Para la producción de papel a base de fibra de fique es posible transformar el material para obtener la pulpa sin recurrir a métodos de ablandamiento de la fibra como la inmersión de soda caustica o cal, esto reduce los impactos ambientales generados en la contaminación de agua debido a que estas sustancias deben tener un tratamiento especial al momento de ser desechadas.
- En el segundo desarrollo de empaque la implementación de vinagre en el desarrollo del bioplástico reforzado le brinda mayores propiedades mecánicas al material, debido a que rompe las cadenas poliméricas de amilopectina del almidón.
- Teniendo en cuenta el estado del arte de los subproductos de fique generado en este proyecto y los procesos de transformación del material, se pueden visualizar distintas áreas de aplicación de la materia prima donde el material puede seguir evolucionado para desarrollar aplicaciones más rentables o complementarias con los desarrollos artesanales, pensando en una proyección de producción industrial, sin embargo, todo esto debe ser comprobado por medio de experimentación y comprobaciones.
- Es importante desde el rol del diseñador pensar en los impactos ambientales y sociales de los productos que se desarrollan, en el semillero de investigación se puede encontrar la injerencia de estos aspectos en el desarrollo de un proyecto debido a que este es planteado como una oportunidad de buscar soluciones más amigables para el medio ambiente (en cuanto la producción de materiales

convencionales) y como se puede dar un valor agregado a un producto que puede potenciar la economía de un sector productivo con problemas de rentabilidad.

## 7. ANEXOS

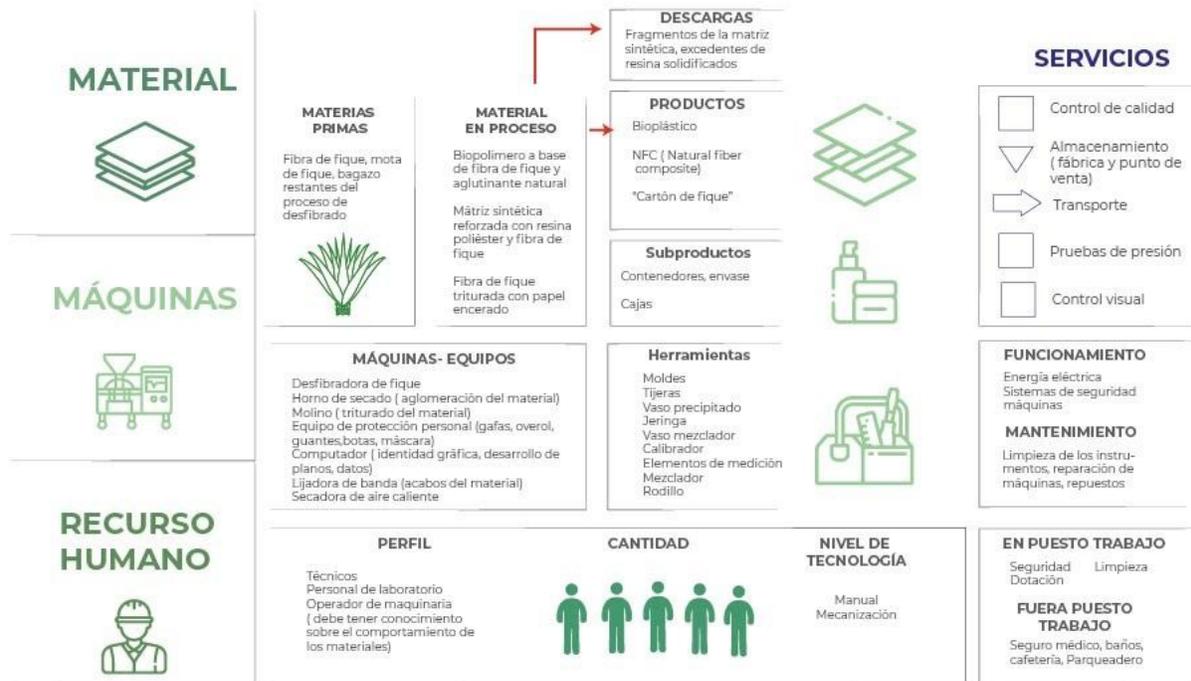
### Flujograma del proceso



## 3 ANEXO I. Diagrama de flujo proceso productivo

4

5



## 6 Anexo II. Formato 3M

## 7 BIBLIOGRAFÍA

- «Marketing», Octava Edición, International Thomson Editores, de Lamb Charles, Hair Joseph y McDaniel Carl, 2006, Págs. 320 al 323.
- Becerra Quiroz, A. P. (2016). Evaluación de la sustentabilidad del aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar en el Valle del Cauca, Colombia - Colombia a partir del Análisis de Ciclo Vida. *Ingeniería Solidaria*, 12(20), 133–149. <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/revistas/credencial/agosto1997/9201.htm>
- Del Giorgio Solfa, Federico & Lagunas, Federico & Lasala, A.. (2011). Diseño sustentable: la industria, los consumidores y los profesionales del diseño industrial en el desarrollo de productos y en la preservación del medio ambiente. 10.13140/2.1.3276.2566.
- Del, A., & Fiquero, S. (2016). Guía Ambiental Del Subsector Fiquero.
- Gobierno Colombia, & Min Agricultura. (2018). Cadena del fique y su agroindustria. [https://sioc.minagricultura.gov.co/Fique/Documentos/2018-11-30 Cifras Sectoriales.pdf](https://sioc.minagricultura.gov.co/Fique/Documentos/2018-11-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf)
- Packaging Innovations: Trend Analysis. (s. f.). WGSN. Recuperado 25 de noviembre de 2020, de <https://www-wgsn-com.ezproxy.utadeo.edu.co/li/article/85058>
- Packaging Materials. (s. f.). WGSN. Recuperado 25 de noviembre de 2020
- Valero-valdivieso, M. F. (2013). BIOPOLÍMEROS: AVANCES Y PERSPECTIVAS BIOPOLYMERS: PROGRESS AND PROSPECTS. 171–180.