

**Análisis de riesgos y oportunidades para potencializar la producción de biopolímeros  
basados en residuos orgánicos relacionados con la producción de papa en Colombia**

**Daysi Andrea Morales Segura**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL  
FACULTAD DE ESTUDIOS AMBIENTALES Y RURALES**

**Bogotá, septiembre 3 de 2018**

**Análisis de riesgos y oportunidades para potencializar la producción de biopolímeros  
basados en residuos orgánicos relacionados con la producción de papa en Colombia**

**Andrea Morales Segura  
Estudiante - Investigadora**

**Msc. Wilmar Ricardo Rugeles Joya  
Director**

**Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar  
por el Título de Magister en Gestión Ambiental**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**Bogotá, septiembre 3 de 2018**

ARTÍCULO 23, RESOLUCIÓN #13 DE 1946

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vean en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”

## Contenido

	<b>pág.</b>
Resumen	10
1. Introducción	11
1.1 Descripción del tema y problema de investigación	12
1.2 Justificación	14
1.3 Propósito del proyecto, pregunta de investigación y alcance	15
2. Objetivos	17
2.1 Objetivo General	17
2.2 Objetivos Específicos	17
3. Marco de Referencia	19
3.1 Antecedentes	19
3.2 Marco Teórico	20
3.2.1 Los polímeros y su problemática	20
3.2.2 Proceso de producción de polietileno de baja densidad (PEBD)	21
3.2.3 Polímeros biobasados	24
3.2.4 Proceso de producción del polímero biobasado en almidón	25
3.2.5 La industria colombiana de producción del biopolímero	28
3.2.6 Producción de papa en Colombia	33
3.2.7 Cadena productiva de la papa	36
3.2.8 Características del almidón	39
3.2.9 Características del almidón de algunas variedades de papa	40
3.2.10 Proceso para la obtención del almidón de papa	41
3.2.11 Producción y comercialización del almidón de papa en Colombia	43
3.2.12 Residuos derivados de la producción de la papa	46
3.3 Marco Legal	52
4. Área de Estudio	56
4.1 Contexto geográfico, biofísico y socioeconómico	56
4.2 Mapa ubicación	57

5. Metodología	58
5.1 Análisis del contexto externo y contexto interno con matriz SWOT	58
5.2 Identificación de los stakeholders	63
5.3 Gestión del Riesgo	64
5.3.1 Definición del contexto	65
5.3.2 Evaluación del riesgo	65
5.3.2.1 <i>Identificación del riesgo</i>	66
5.3.2.2 <i>Análisis del riesgo</i>	66
5.3.2.3 <i>Evaluación del riesgo</i>	67
5.3.3 Tratamiento del riesgo	68
5.3.4 Monitoreo del riesgo	69
5.4 Metodología identificación, análisis y valoración del riesgo para la industria de biopolímeros	69
6. Resultados	74
6.1 Determinación de análisis SWOT: fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas	74
6.2 Análisis de Stakeholders	82
6.3 Análisis de riesgos y oportunidades	84
6.4 Elaboración de biopolímeros Método de Casting	90
6.4.1 Muestra	91
6.4.2 Variables independientes	91
6.4.3 Variables dependientes	91
6.4.4 Materiales	92
6.4.5 Procedimiento de obtención del biopolímero	92
7. Discusión	96
7.1 Recomendaciones para potencializar la industria de biopolímeros basados en residuos de la producción de papa que permitan mitigar el impacto actual	103
7.1.1 Fortalecimiento de la investigación: Identificar el potencial asociado a la producción de almidón con residuos de papa	103
7.1.2 Política Pública	104
7.1.3 Educación Ambiental	105

7.1.4 Articulación del Estado con los productores de papa y productores de almidón	105
7.1.5 Articulación de una red de investigadores de biopolímeros en Colombia	106
7.1.6 Articulación de los investigadores con los productores de polímeros y biopolímeros	106
7.1.7 Articulación de la cadena productiva	106
8. Conclusiones	107
8.1 En relación con la investigación y desarrollo existente en producción de biopolímeros	107
8.2 En relación con la red de actores involucrados en el desarrollo del modelo	107
8.3 En relación con la generación y aprovechamiento de residuos de la producción agrícola	108
8.4 En relación con las posibilidades productivas de polímeros biobasados en almidón proveniente de desechos	109
8.5 En relación con las políticas públicas, entidades y el Estado	110
9. Referencias	111
Anexo 1	
Tabla 1. <i>Estudios asociados a la producción de biopolímeros basados en almidón con y sin residuos</i>	118
Anexo 2	
Tabla 2. <i>Clasificación de polímeros</i>	120
Anexo 3	
<i>Figura 3. Residuos de plásticos en Tajamares de Bocas de Ceniza</i>	122
Anexo 4	
<i>Figura 4. Mejillón azul con microplásticos en su tracto digestivo</i>	123
Anexo 5	
<i>Figura 5. Clasificación de los bioplásticos asociada a su origen</i>	124
Anexo 6	
Tabla 3. <i>Características de principales polímeros recursos renovables</i>	125
Anexo 7	
<i>Figura 7. Extrusora</i>	126
Anexo 8	
<i>Figura 11. Cadena productiva de la papa</i>	127
Anexo 9	
Tabla 4. <i>Características de almidones y sus gránulos</i>	128

Anexo 10	
Tabla 5. <i>Resultados análisis obtención de almidón de papa Boyacá</i>	
Tabla 5a. <i>Resultados análisis obtención de almidón de papa Boyacá</i>	129
Anexo 11	
Figura 12. <i>Obtención de almidón de papa por método centrifuga</i>	131
Anexo 12	
Figura 13. <i>Obtención de almidón de papa método decantación</i>	132
Anexo 13	
Tabla 7. <i>Empresas de almidón</i>	133
Anexo 14	
Tabla 10. <i>Tipos de desechos de papa</i>	134
Anexo 15	
Tabla 11. <i>Información entrevista con productores de papa</i>	
Tabla 11a. <i>Información entrevista con productores de papa</i>	
Tabla 11b. <i>Información entrevista con productores de papa</i>	
Tabla 11c. <i>Información entrevista con productores de papa</i>	136
Anexo 16	
Figura 15. <i>Mapa de uso del suelo. Municipio de Ventaquemada, Departamento de Boyacá</i>	138
Anexo 17	
Tabla 12. <i>Matriz SWOT</i>	139
Anexo 18	
Tabla 13. <i>Matriz de interacción</i>	140
Anexo 19	
Tabla 14. <i>Matriz VRIO</i>	141
Anexo 20	
Tabla 15. <i>Lista de beneficios de sostenibilidad ambiental y socioética</i>	142
Anexo 21	
Figura 18. <i>Modelo gestión del riesgo ISO 31001:2011</i>	145
Anexo 22	
Tabla 18. <i>Evaluación Probabilidad e Impacto. Riesgos Negativos/Amenazas</i>	146

Anexo 24	
Tabla 20. Explicación de la Matriz VRIO	148
Anexo 25	
Identificación de Riesgos	149
Anexo 26	
Resultados obtención de biopolímero de almidón de papa	152
Anexo 27	
Modelo actual de producción de biopolímeros en Colombia	159
Anexo 28	
Modelo integrado estado, academia y empresa.	160



**Lista de Tablas**

	<b>pág</b>
Tabla 0. Relación objetivo método	43
Tabla 6. <i>Consumo almidón de papa año 2016</i>	47
Tabla 8. <i>Cuantificación de daños en la cosecha de papa</i>	47
Tabla 9. <i>Cuantificación de pérdidas de papa</i>	64
Tabla 16. <i>Motivación y sostenibilidad de los stakeholders</i>	69
Tabla 17. <i>Categorías tratamiento de riesgos</i>	73
Tabla 19. <i>Clasificación del riesgo</i>	86
Tabla 21. <i>Riesgos asociados a la industria de biopolímeros</i>	86
Tabla 22. <i>Estimación producción almidón de residuo de papa e ingresos adicionales a cultivadores del municipio de Ventaquemada</i>	98

## Lista de Figuras

	<b>pág.</b>
<i>Figura 1.</i> Proceso producción de polietileno	22
<i>Figura 2.</i> Bolsas de polietileno de baja densidad en proceso de producción	22
<i>Figura 6.</i> Equipo utilizado para extrusión de biopolímero con almidón de Yuca – Grupo Cytbia – Colombia	26
<i>Figura 8.</i> Proceso producción del bioplástico biobasado	27
<i>Figura 9.</i> Desarrollos de biopolímeros basados en almidón de Yuca – Grupo Cytbia. Colombia	30
<i>Figura 10.</i> Mapa de cultivos de papa en Colombia	36
<i>Figura 14.</i> Mapa del Municipio de Ventaquemada, Boyacá (Colombia).	57
<i>Figura 16.</i> Preguntas para análisis SWOT	59
<i>Figura 17.</i> Preguntas clave para la elección de la estrategia	60
<i>Figura 19.</i> Metodología análisis riesgos y oportunidades	70

## Resumen

El presente documento expone la revisión asociada a la problemática ambiental por la producción de materiales polímeros basados en recursos no renovables en el corto plazo cómo el petróleo y analiza la posibilidad para Colombia de aprovechar los residuos de la producción agrícola, en particular de la agroindustria de la papa, como alternativa para la producción de biopolímeros con el fin de mitigar el impacto ambiental negativo por el consumo excesivo de materiales polímeros no renovables. La revisión realizada de la literatura fue agrupada para exponer cuatro bloques de temas: la comprensión de la problemática ambiental, el conocimiento de instrumentos ambientales normativos, las nuevas tendencias de materiales biodegradables y las alternativas de producción sostenible de biopolímeros en Colombia. De esta forma, la revisión del estado del arte realizada permitió evidenciar el crecimiento a nivel mundial y la innovación en la producción de biopolímeros y las aplicaciones de uso de estos en diferentes industrias. Se concluye que para Colombia se requiere ahondar en investigación e innovación para potencializar y masificar la producción de polímeros biobasados.

**Palabras clave:** análisis de riesgos y oportunidades, biopolímeros, residuos orgánicos, papa, sostenibilidad.

## 1. Introducción

Proteger y preservar el ambiente son temas que en las últimas décadas están tomando importancia en Colombia y a nivel mundial. En el mundo se está comprendiendo que los recursos naturales no son inagotables y que por el mal manejo realizado se ha generado un deterioro del ambiente, causando la irrecuperabilidad de algunos de los recursos naturales. A lo largo de la historia de la humanidad se ha venido contaminando el aire, el agua, el suelo y causando directa o indirectamente la extinción de algunas especies de fauna y flora en diferentes ecosistemas.

En la agenda 21 UNCED (1992) se informó que entre las principales amenazas atribuibles a la contaminación del medio marino están las fuentes terrestres, que aportan al 70% de la contaminación y dentro de estas fuentes se encuentran entre otras (y posiblemente en mayor medida) los materiales poliméricos.

Para contrarrestar las situaciones descritas, se han venido generando desarrollo e innovaciones asociadas al uso de nuevas materias primas provenientes de recursos naturales renovables que pueden llegar a descomponerse en compuestos inorgánicos o biomasa en un menor tiempo y generando menos impacto que los polímeros tradicionales. Estos materiales, conocidos como *Biopolímeros*, pueden producirse a partir almidones, aceites vegetales o celulosa; presentes en diferentes productos agrícolas como el maíz, la yuca, la papa, el plátano, entre otros. también pueden ser producidos a partir del ácido poliláctico y de los polihidroxicanoatos (EUPC, 2014; Rudin & Choi, 2013).

En Colombia, se han realizado estudios asociados a desarrollos biotecnológicos para la producción de biopolímeros con materias primas basadas en la papa, yuca y el fique. Estas investigaciones constituyen las bases de una industria naciente y por ahora plantean un referente

de investigación y avance importante para el país.

Recientemente, se han desarrollado investigaciones en el mundo para la transformación de residuos alimenticios, industriales y agrícolas constituyéndose en una nueva generación de Biopolímeros; tal es el caso de Yu, Chua, Huang, Lo & Chen (1998), Mostafa, Farag, Abo-dief & Tayeb (2015), así como algunos estudios más específicos para la cáscara de papa (Liang, McDonald & Coats, 2015) y para la cáscara de banano (Sharif-Hossain, Ibrahim & Mohammed, 2016; López, Cuarán, Arenas y Flórez, 2014). Lo anterior plantea nuevos retos para la investigación, desarrollo y masificación de estos materiales con el propósito de resolver importantes problemáticas ambientales y sociales mientras se sustituye progresivamente el uso de polímeros derivados del petróleo.

### **1.1 Descripción del tema y problema de investigación**

Desde la década de los 90's, la industria de los biopolímeros ha crecido aceleradamente permitiendo el desarrollo biotecnológico de estos materiales, los cuales pueden producirse a partir de materias orgánicas, presentes en infinidad de productos naturales que se encuentren en áreas vírgenes o cultivadas para uso y consumo humano.

Algunos de los biopolímeros presentan un nivel de madurez importante y competitivo debido al avance de tecnologías para su procesamiento, la capacidad de desintegrarse como biomasa dentro de periodos de tiempo especificados, pero también por el aumento de consumidores conscientes con su impacto en el ambiente y la crisis sanitaria por la saturación de los rellenos (EUPC, 2014; Philp, Bartsev, Ritchie, Baucher & Guy et al, 2013; CONCIENCIA Cauca - CODECTI, 2012), gracias a estos avances, existen industrias en desarrollo que han presentado aplicaciones concretas para productos electrónicos, automotrices, empaques, embalajes, envases, bolsas, desechables, películas para uso agrícola, construcción, entre otros

(EUPC, 2014; Philp *et al*, 2013; CONCIENCIA Cauca - CODECTI, 2012). La consolidación de estos nuevos mercados tiende a facilitar el cumplimiento de políticas y principios globales asociados al desarrollo sostenible y, además, a crear fórmulas para responder al agotamiento de las reservas de petróleo en el mundo.

En Colombia, estudios como los de Navia (2011) y Navia y Villada (2013), en los departamentos de Cauca y Valle del Cauca han sentado las bases para la conformación de una industria de biopolímeros; sin embargo esta industria se está basando en el uso de alimentos como la yuca para la producción del almidón y posterior aprovechamiento del mismo como materia prima para producir los biopolímeros, tema que puede llegar a afectar la seguridad alimentaria de las regiones productoras de yuca en el país, corriendo el riesgo de repetir los errores de la industria de los biocombustibles, donde se han desarrollado infraestructuras, y transformado territorios y procesos de producción agrícolas replazándolos por monocultivos que han afectado la producción y abastecimiento de alimentos.

De acuerdo con Altieri y Bravo (2009), algunos planteamientos sugieren que si la industria de biocombustibles se desarrolla a gran escala podría ser un fracaso, debido a la degradación de ecosistemas, la deforestación por nuevos cultivos, el uso de fertilizantes nitrogenados, los problemas para garantizar la seguridad alimentaria y la mayor emisión de gases de invernadero. Incluso desde 2010, la Comisión Europea reafirmó que hay una tendencia creciente de cambiar el uso de superficies agrícolas por monocultivos para producir biocombustibles y biopolímeros, como por ejemplo el maíz (Comisión Europea, 2010).

En línea con lo anterior, y con el fin de mitigar los impactos que pueden surgir por el cambio de uso de suelo y afectación de la seguridad alimentaria, se han desarrollado investigaciones en el mundo para la transformación de residuos alimenticios, industriales y

agrícolas constituyéndose en una nueva generación de biopolímeros.

Se hace necesario entonces, desde una visión interdisciplinaria, sistémica e integral, determinar los riesgos y oportunidades que permitan crear las bases para promover una industria colombiana naciente de biopolímeros basados en residuos orgánicos y materiales de desecho, que considere la experiencia internacional de biopolímeros, así como de la de otras industrias similares tal como la de biocombustibles, y por lo tanto no compita en el mercado contra los productores de alimentos, de modo que facilite su sostenibilidad ambiental, económica y social.

## **1.2 Justificación**

A nivel mundial se producen 140 millones de toneladas anuales de polímeros derivados del petróleo (DiGregorio, 2009). Actualmente, se produce 20 veces más plástico que hace 50 años, lo que genera un alto impacto ambiental negativo asociado a la ocupación de rellenos sanitarios por los residuos sólidos urbanos, generación de efectos gases de invernadero y contaminación de océanos por la bioacumulación de los plásticos en los mismos. (Philp, et. al., 2013).

El ciclo de uso de estos materiales hace que sean desechados velozmente, especialmente aquellos que son de rápido consumo o de cortos ciclos de vida de uso los cuales se consideran como productos desechables. No obstante, presentan una lenta degradación permaneciendo en el ambiente por más de 500 años (DiGregorio, 2009). Su producción sigue el ritmo de una demanda creciente sin detenerse. De acuerdo con lo planteado por Kishna, Niesten, Negro & Hekkert (2016), el tiempo de degradación de los materiales polímeros y su producción derivada de hidrocarburos, está causando problemas ambientales asociados a acumulación de residuos, uso de recursos naturales no renovables y cambio climático.

Según EPA - U.S. Environmental Protection Agency (2014), sólo el 9% del plástico producido en los Estados Unidos es reciclado. En Colombia es difícil realizar el cálculo de la

tasa de reciclaje, debido a la complejidad del mercado del plástico reciclado y la poca información disponible, sin embargo, se estima un reciclaje aparente anual de 104.827 toneladas (Aluna Consultores, 2011), sin embargo esta estimación no se acerca a los resultados obtenidos en el informe nacional de aprovechamiento correspondiente al año 2016 del total de residuos sólidos aprovechados en Colombia solo el 8% corresponde a residuos plásticos (Superservicios, 2017). Donde se puede observar que en Colombia el porcentaje de reciclaje de plásticos es muy similar al de Estados Unidos lo cual hace necesario desarrollar procesos más afines y sostenibles con el medio ambiente, permitiendo mantener el modelo de consumo teniendo en cuenta que se identifica una dificultad en la modificación de costumbres y patrones de acción en la sociedad, pero reemplazando el alto impacto de los plásticos convencionales. De este modo no se afecta negativamente el mercado, sino que se permite mantenerlo e incluso promoverlo a la vez que se puede llegar a generar un impacto ambiental positivo y dependiendo de los modelos productivos aplicados, un impacto económico y social que promueva el desarrollo productivo territorial.

### **1.3 Propósito del proyecto, pregunta de investigación y alcance**

Este proyecto busca realizar el análisis de los riesgos y oportunidades que existen para el desarrollo de una industria basada en la transformación de residuos orgánicos provenientes de cultivos cuyos productos contienen almidón y que este sea utilizado para generar las moléculas necesarias para la producción de biopolímeros en cantidades y características acorde al mercado nacional para lo cual se quiere responder a:

¿Cuáles son los riesgos y oportunidades para poder potencializar una industria colombiana de biopolímeros basados en residuos orgánicos de productos locales que contiene almidón, aprovechando sus características de rápida degradación y su potencial de reducción de la dependencia de recursos fósiles, pero evitando afectar la sostenibilidad a nivel ambiental y



social? ¿Qué factores pueden llegar a afectar la cadena productiva local de polímeros biobasados? y ¿Cuáles son las posturas de los diferentes actores involucrados en el desarrollo de dicha cadena productiva?

El alcance del proyecto es presentar una propuesta de y el planteamiento de un modelo de producción sostenible de biopolímeros, en el cual se pueda integrar el Estado, la Academia, el sector de plásticos a los demás eslabones de la cadena productiva de biopolímeros basados en residuos de almidón de papa con el fin de potencializar el desarrollo sostenible de esta industria, aprovechando los recursos encontrados en el territorio nacional y brindando soluciones a los problemas ambientales identificados.

## 2. Objetivos

### 2.1 Objetivo General

Determinar los riesgos y oportunidades que se pueden presentar en la industria de biopolímeros basados en almidón proveniente de residuos orgánicos derivados de la producción de papa, y así plantear un modelo de integración del estado, la academia y la industria que permita potencializar el desarrollo sostenible de esta industria en Colombia.

### 2.2 Objetivos Específicos

- i. Realizar una revisión bibliográfica con el fin de identificar la dinámica y principales tendencias en el mundo en aspectos políticos, legales, productivos, ambientales y biotecnológicos alrededor de la industria de biopolímeros basados en residuos orgánicos de la producción de papa.
- ii. Identificar las motivaciones, contribuciones y beneficios que pueden llegar a tener los actores involucrados en la potencial industria colombiana de biopolímeros basados en residuos de la producción de papa por medio del análisis del contexto interno.
- iii. Aplicar las técnicas y metodologías asociadas a la identificación y valoración de riesgos y oportunidades para la potencial industria colombiana de biopolímeros basados en residuos orgánicos de productos que contienen almidón proveniente de la producción de papa, con el fin de seleccionar e identificar las variables clave que van a integrar la propuesta de mejoramiento.
- iv. Proponer un modelo de integración del estado, la academia y la empresa con las variables clave que van a integrar la propuesta de mejoramiento. Proponer un modelo de integración del estado, academia y la empresa con las variables clave identificadas con recomendaciones que permitan potencializar el desarrollo sostenible de esta industria en Colombia.

*Tabla 0. Relación objetivo método*

Objetivo	Método
<b>i.</b>	Análisis del contexto externo e interno (SWOT)
<b>ii.</b>	Identificación stakeholders
<b>iii.</b>	Gestión de riesgos
<b>iv.</b>	Propuesta modelo con recomendaciones

Fuente: Creación propia, 2018

### 3. Marco de Referencia

#### 3.1 Antecedentes

Colombia cuenta con especies como el maíz, la yuca, la caña, la papa, entre otros, de los cuales en los procesos agrícolas se generan pérdidas de alimentos que posterior a la cosecha no pueden comercializarse y es utilizado en parte como abono para enriquecimiento de suelos, alimento para los animales, alimento para los mismos productores y desperdicio el cual se dispone en las praderas o riveras ríos. Este tipo de alimentos también generán pérdidas en el transporte y almacenamiento de estos, y ya en menor volumen se generan desperdicios asociados a el producto dañado o residuos de las cáscaras de estos durante las actividades de procesamiento industrial o consumo en el hogar. Estos tipos de residuos podrían utilizarse para la obtención del almidón, presentando un gran potencial para la producción de polímeros biobasados en este tipo de materia prima autóctona y tradicional de la región, posiblemente a un costo inferior que el de producción de almidón desde el cultivo.

Lo anterior plantea en Colombia el desarrollo y masificación de estos materiales con el propósito de resolver la problemática ambiental asociada al consumo de polímeros convencionales siendo sustituidos de manera progresiva por biopolímeros; donde ya se encuentran investigaciones y desarrollos académicos asociados a: a) Desarrollo de un material para empaques de alimentos a partir de harina de yuca y fibra de fique, b) Obtención y Caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca, c) Obtención y caracterización de un biodegradable a partir de almidón de papa y polietileno de baja densidad por inyección, d) Usos potenciales de la cáscara de banano: elaboración de un bioplástico.

Algunas de las aplicaciones de biopolímeros usadas en Colombia actualmente se listan a continuación:

- Productos desechables

- Actualmente existe un mercado colombiano en el cual se realiza la importación del pellet bioplástico basado en maíz, el cual se comercializa por empresas que tienen la exclusividad de marcas internacionales como Quimicoplásticos quienes comercializan productos de NatureWorks, líneas de Ingeo™, KINGFA y PLA- 272; pellets generados con las tecnologías de procesamiento de plástico convencional. Se procesan y comercializan empaques semirrígidos para productos desechables como vasos y cubiertos.

- En el año 2012 se crea el proyecto de investigación y desarrollo de empaques biodegradables: BIOEMPAQUES CAUCA, por parte del grupo de investigación Cytbia de la Universidad del Cauca quienes desde el año 2005 venían estudiando desarrollos asociados a empaques biodegradables. Este proyecto obtuvo en el año 2014 recursos de regalías y apoyo de la gobernación del Cauca y de organizaciones productivas para que basados en estudios científicos y tecnológicos se promueva el desarrollo e innovación de empaques biodegradables, Dentro de sus principales desarrollos se identifican: películas flexibles y termoencogibles biodegradables, empaques semirrígidos y espumados biodegradables de los cuales ya cuentan con patentes ante la superintendencia de industria y comercio (Bioempaques Cauca, 2017).

En el Anexo 1, se listan algunos de los principales estudios sobre la producción de biopolímeros basados en residuos orgánicos.

### **3.2 Marco Teórico**

**3.2.1 Los polímeros y su problemática.** La palabra “plástico” se asocia al conjunto de compuestos que son orgánicos y que se llaman polímeros los cuales se forman por cadenas macromoleculares que contienen carbono e hidrógeno. Los polímeros tienen como principal materia prima es el petróleo y en segundo lugar se encuentra el gas natural. Los polímeros se

obtienen después de pasar por una serie de procesos y reacciones químicas que pueden ser sintéticas o naturales.

De acuerdo con la agrupación que se presente entre el hidrogeno, oxígeno y nitrógeno, se presentan cambios en las propiedades físicas y estructuras de los polímeros, las cuales dan lugar los diferentes tipos de polímeros.

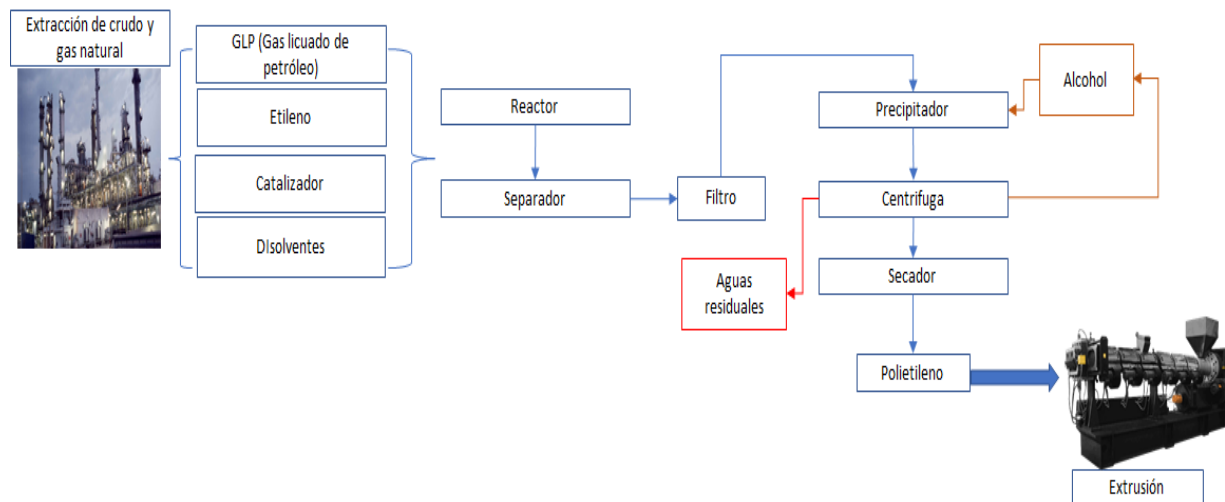
En la Tabla 2 (Ver Anexo 2) se presenta la clasificación mundial de los polímeros, la forma de obtención y algunas aplicaciones de estos de acuerdo con su código.

Para el desarrollo de esta investigación el polímero sobre el cual se abordará la problemática ambiental y la propuesta de mejoramiento asociado a un desarrollo de nuevos productos es sobre el polietileno de baja densidad, el cual es uno de los polímeros que presenta una variedad de aplicaciones cómo las películas que se usan para la fabricación de bolsas y que su consumo presenta una vida corta.

**3.2.2 Proceso de producción de polietileno de baja densidad (PEBD).** En la figura 1. Proceso producción del polietileno, se puede observar el proceso en el cual se realiza la obtención del polietileno (PE) donde a partir del proceso de polimerización del etileno. El etileno se produce en las refinerías de hidrocarburos de dos formas: La primera se asocia a la ruptura de vapor de etano, propano, nafta, gasóleo, entre otros y la segunda a través del gas natural por el reformado catalítico de naftas.

Una vez obtenido el etileno, se realiza un proceso físico químico en el cual se evaporan los componentes del etileno (metano e hidrógeno), luego se hace una separación del etileno y sale el etileno puro el cual se mezcla posteriormente con oxígeno que funciona como catalizador; posteriormente se lleva la mezcla a compresores a presiones altas y se pasa por un separador de aceite, el cual llega a un reactor en el cual se realiza el proceso polimerización. Cuando culmina

este proceso se genera el polietileno el cual se pasa por una extrusora que lo enfría y posteriormente se corta en pequeños granos llamados pellets los cuales son la base y materia prima para la producción y fabricación de diferentes aplicaciones.



*Figura 1.* Proceso producción de polietileno.

Fuente: Creación propia, 2018

El polietileno se clasifica en PEAD (Polietileno de Alta densidad) y PEBD (Polietileno de Baja densidad); el PEBD se obtiene por medio procesos en los cuales se manejan altas presiones donde los reactores en donde se desarrolla el proceso son autoclaves o tubulares donde por medio de procesos químicos se obtiene un producto que tiene una distribución del peso molecular más estrecho, con mayor ramificación generando un polímero termoplástico, blanco y elástico.



*Figura 2.* Bolsas de polietileno de baja densidad en proceso de producción.

Fuente: Autora, 2018, Fotografía tomada en Superplásticos MS

Como se puede observar para producir el polietileno se requiere como base de materia prima el gas natural y el petróleo, los dos recursos naturales no renovables en periodos cortos de tiempo y que en su proceso de explotación conlleva a la generación de problemas ambientales que desde el inicio de su ciclo de vida y hasta la obtención del polímero generan afectación negativa al ambiente.

En línea con lo anterior, los problemas ambientales asociados únicamente a la producción y consumo de los polímeros se identificó que la Comunidad Europea (CE) cuantificó los costos ambientales por la producción de los plásticos, donde se determinó que los mismos superan los beneficios que esta industria genera a nivel mundial. El costo de los gases de efecto invernadero y el impacto ambiental por producir plástico se ha calculado en 40.000 millones de dólares y los beneficios de la industria es de 26.000 a 39.000 dólares (Ellen MacArthur Foundation, 2016). Sin ser suficiente lo anterior, se ha identificado que la producción de plásticos ha aumentado alcanzando en el año 2015 los 332 millones de toneladas, donde hace 65 años la producción alcanzaba 1,7 millones de toneladas; lo que revela que los patrones de consumo y producción y las malas prácticas de reciclaje hacen que los residuos de los polímeros en sus diferentes usos desde una simple bolsa hasta llantas lleguen sin control a los vertederos y a los océanos (Ver Anexo 3)

Cuando los polímeros ingresan al medio acuático la corriente hace que estos se vayan desintegrando en residuos de menor tamaño y al exponerse a los rayos ultra violeta provenientes del sol el proceso de desintegración se acelera generando micro plásticos que son consumidos por los animales y los cuales permanecen en su tracto digestivo, generando un nuevo problema asociado a la inocuidad alimentaria por el consumo humano de estos animales (por ejemplo los mejillones, sardinas, camarones) lo que puede ocasionar problemas de cáncer y desordenes



endocrinos. (Fonseca, Garrido, Toppe, Bahri & Barg, 2017) Sumado a lo anterior, los polímeros durante su proceso productivo contienen aditivos y contaminantes tóxicos se liberan y se bioacumulan en el ambiente. (Ver Anexo 4)

De igual manera en el informe revelado por la CE, y otras organizaciones a nivel mundial se indica que los residuos de los plásticos amenazan los océanos y su biodiversidad. Se ha proyectado que si no se controla la producción y consumo inconsciente de este tipo de materiales en el año 2050 la industria del plástico aportará el 15% de las emisiones de gases de efecto invernadero y el 20% del consumo de petróleo en el mundo.

**3.2.3 Polímeros biobasados.** Como una de las respuestas a la problemática ambiental asociada a la contaminación por el consumo masivo de polímeros y a sustituir este tipo de materiales basados en petróleo, es la producción de Biopolímeros (BPL). De acuerdo con European Bioplastics -EB (2014) los biopolímeros se definen como aquellos polímeros que son biobasados, biodegradables o que reúnen las dos características. Los polímeros biodegradables (EDP) o biopolímeros son producidos a partir del ácido poliláctico (PLA) o los polihidroxialcanoatos (PHA) (EUPC, 2014; Rudin & Choi, 2013). Según ECOEMBES (2009) estos son degradados por la acción de sintetización de bionómeros o de la acción de microorganismos, pero su origen a diferencia de los polímeros biobasados es de fuentes no renovables. La diferencia entre los biodegradables y los biobasados radica en que los polímeros biobasados se definen como materiales polímeros que son certificados como biodegradables con un origen en materias orgánicas y renovables los cuales son extraídos de biomasa (ECOEMBES, 2009).

En Europa se ha realizado la clasificación de 7 tipos de biopolímeros derivados de fuentes naturales renovables, entre ellos se encuentran: ácido poliláctico (PLA), Poliésteres obtenidos de

otros precursores como el polítrimetilen tereftalato (PTT), Polihidroxialcanoatos (PHA), poliuretanos (PURs), poliamidas, polímeros de celulosa y el tipo de polímero que es de nuestro interés, los polisacáridos que son un tipo de biopolímeros polímeros basados en almidón, que se obtienen por modificación de polímero natural. (Ver Anexo 5)

Las características de algunos de los polímeros basados en recursos renovables de mayor uso y comercialización en el mercado actual a nivel mundial se muestran en el Anexo 6, onde aparece la Tabla 3.

Los biopolímeros pueden procesarse a través de tecnologías convencionales como soplado, extrusión, inyección, compresión, termoformado y recubrimiento por extrusión de fibras y tejidos. Estas tecnologías se usan actualmente para la producción de los polímeros convencionales; lo que hace que no implique cambios tecnológicos grandes o inviables. Este tipo de materiales se sintetizan por un método llamado polimerización por apertura de anillo, donde si se exponen a altas temperaturas pueden formar monómeros y modificar las propiedades mecánicas del material.

**3.2.4 Proceso de producción del polímero biobasado en almidón.** Para la producción de los biopolímeros basados en almidón existen diferentes técnicas de procesamiento y producción, entre los cuales se encuentran: extrusión, fabricación de películas por soplado y moldeo, moldeo por inyección y por soplado, termoconformado e hilado de fibras.

Los bioplásticos en alguna de las etapas del proceso de producción deben pasar por el proceso de extrusión, generalmente ocurre en las etapas de fabricación del polímero y agregación de aditivos. Para este proceso se utilizan extrusoras de husillo simple o doble husillo, la segunda se usa para procesos más complejos que los polímeros biodegradables presentan cómo estabilidad térmica limitada o desvolatilización.



*Figura 6.* Equipo utilizado para extrusión de biopolímero con almidón de Yuca – Grupo Cytbia – Colombia  
Fuente: <https://www.bioempaquescauca.com/index.php/productos/item/237-pelicula-termoencogible-biodegradable>

En el Anexo 7, se presenta una imagen de los tipos de extrusoras utilizadas.

En la literatura revisada, se identifica que los biopolímeros basados en almidón en su mayoría se obtienen por medio de proceso de extrusión. Donde el almidón después de pasar por temperaturas y un proceso denominado desestructuración desarrolla propiedades termoplásticas. La temperatura y la presión aplicada en este proceso permite que se funda y homogenice la mezcla del termoplástico.

Río, Díaz de Apodaca, Ochoa-Gómez y Torrecilla (2007), indican que Novamont, empresa que tiene patentado el proceso de producción de biopolímeros indica que para la producción de estos se requieren los siguientes pasos:

- En la extrusora se debe formar el almidón termoplástico con un copolímero de etileno y alcohol vinílico y de manera opcional incluir un agente plastificante.
- Se debe hacer que el almidón crezca (o se hinche) junto a un poliéster alifático, donde se agrega el agente plastificante que puede ser glicerina. También debe agregarse agua y exponerlo

a temperaturas entre 80 a 180 grados centígrados en un tiempo no superior a 50 segundos. Este paso se realiza en la primera zona de la extrusora.

- Se realiza la aplicación de cizalla a la mezcla en la extrusora
- Se procede a desgasificar la mezcla a una temperatura de 140 a 180 grados centígrados, para producir la masa fundida en la salida de la extrusora.
- Finalmente se deja enfriar el producto en un baño de agua a en el ambiente.

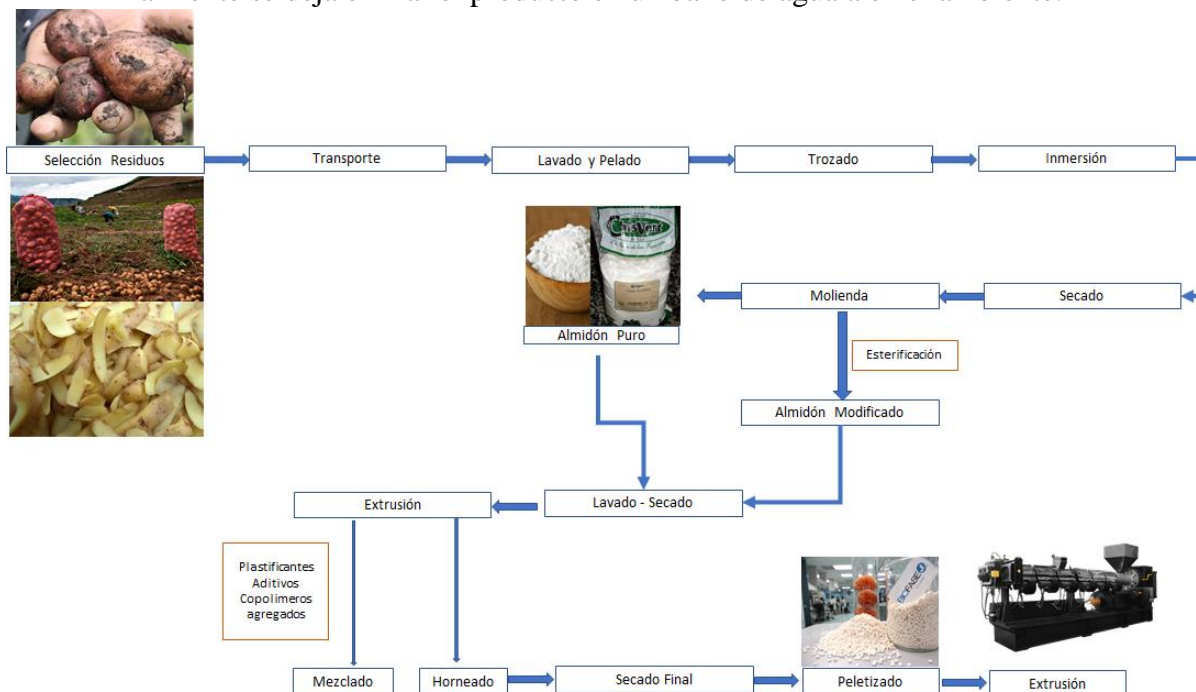


Figura 8. Proceso producción del bioplástico biobasado.  
Fuente: Creación propia, 2018

Se puede indicar que los Biopolímeros ya son una realidad en consumo mundial, los principales desarrollos provienen de E.E.U.U, Europa y Japón, se vislumbra un gran porvenir para Latinoamérica debido a su potencial de tierras cultivables y factores climatológicos (CONCIENCIA Cauca - CODECTI, 2012), panorama muy prometedor para Colombia. En su fabricación, los biopolímeros pueden reducir la emisión de gases efecto invernadero hasta en un 200% y más del 95% del uso de energía no renovable comparado con el plástico tradicional. A diferencia de los polímeros derivados del petróleo, los biopolímeros se pueden desintegrar en

biomasa dentro de un periodo de 180 días (Philp et al, 2013). Su desintegración ocurre dentro de un ciclo cerrado donde a partir de cultivos o recursos renovables, se hace un procesamiento químico e industrial, se obtiene un producto para alguna aplicación requerida, se desecha y se descompone nuevamente en biomasa, involucrando nuevos agentes claves en cadenas de abastecimiento, tales como cultivadores, centros de desarrollo tecnológico, laboratorios, empresas spin off y de biodegradación controlada (Iles & Martin, 2013). Recientemente, se han desarrollado investigaciones en el mundo para la transformación de residuos alimenticios, industriales y agrícolas constituyéndose en una nueva generación de Biopolímeros; tal es el caso de Yu, et.al. (1998), Mostafa, et. al (1998), así como algunos estudios más específicos para la cáscara de papa (Liang, et. al, 2015) y para la cáscara de banano (Sharif-Hossain, et. al., 2016; López, et. al., 2014).

**3.2.5 La industria colombiana de producción del biopolímero.** En revisión de estadísticas asociadas a producción y comercialización de biopolímeros en Colombia, de acuerdo a la publicación de ACOPLÁSTICOS (2018), se presentan las variables de evolución de los años 2014 a 2016 donde se identifica que las importaciones asociadas productos basados en biopolímeros solo se encuentra el PLA (poli ácido láctico) donde el único país que importó este material fue Estados Unidos con 180 toneladas en el año 2014, 76 toneladas en el año 2015 y 53 toneladas en el 2016. Donde para el año 2016 el precio supera el 44% respecto a las películas de polietileno.

A nivel de investigación en Colombia, en las búsquedas realizadas en bases de datos como Science Direct, Scopus, Proquest, Ebsco, Springer, la investigación de biopolímeros en Colombia se ha generado a nivel de ingeniería química, biotecnología, ciencia y resistencia de materiales. De los temas enunciados anteriormente, CONCIENCIA Cauca - CODECTI (2012),

encontraron 1013 documentos asociados a empaques biodegradables publicados a nivel mundial entre 1971 y 2012.

En Colombia se encuentran algunos antecedentes valiosos sobre la investigación de biopolímeros basado en la yuca y fique en el departamento del Cauca (Navia, Ayala y Villada, 2011; Navia y Villada 2013), y sobre las propiedades fisicoquímicas del almidón termoplástico en el departamento del Valle (Villada, Acosta y Velasco, 2008), lo cual plantea un referente y avance importante para el país.

En línea con lo anterior se identifica que, comparado con la investigación y desarrollo a nivel mundial, en Colombia, la investigación en la producción de polímeros biobasados está naciendo y por ello es escasa. Existen como antecedentes alrededor de 100 publicaciones de 13 años por parte del grupo de investigación Ciencia y Tecnología de Biomoléculas de Interés Agroindustrial - CYTBIA quienes son los pioneros y cuentan con patentes de productos desarrollados a partir de almidón de yuca y fique, entre los que se destacan las publicaciones de Navia y Villada (2013) en torno al cultivo de la yuca y el fique. Esto plantea unas bases importantes para ampliar la investigación en Colombia desde el punto de vista de una industria naciente pero también el que no solo debe contemplarse la investigación a nivel de innovación y tecnología sino sumar componentes asociados a la gestión ambiental adecuada a realizarse en esta industria potencial para así poder alcanzar la producción de polímeros biobasados en especies como el maíz, la yuca, la caña y la papa, que hacen parte importante de los cultivos permanentes y transitorios de departamentos de Colombia como Boyacá, Cundinamarca, entre otros (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2016).



*Figura 9. Desarrollos de biopolímeros basados en almidón de Yuca – Grupo Cytbia. Colombia*

Fuente: Fotografías tomadas por Autora, 2018

En entrevista realiza, el candidato a Doctor en Ciencias Agrarias y Agroindustriales, Rene Cerón quien hace parte del grupo de investigación CYTBIA, refirió:

En Colombia y específicamente en la Universidad del Cauca, llevamos 13 años de investigación y por ello los desarrollos realizados por el grupo de investigación han atraído el interés de muchos empresarios ya que actualmente los productos biobasados se importan en su totalidad, no hay fabricación de biodegradables como tal, donde se traen los productos ya fabricados o se trae la materia prima y se procesa en Colombia. En Colombia no se produce directamente el polímero biobasado ya que en el mundo uno de los materiales más usados es el PLA el cual se basa en almidón de maíz y se realiza un proceso en el cual se genera el ácido láctico, posterior a ello se debe realizar un proceso químico para convertir el ácido láctico en lactida y posterior a ello se debe polimerizar para producir el ácido poliláctico; por lo cual la producción del PLA es un proceso de desarrollo de una industria de transformación química la cual en Colombia no es viable ya que no se cuenta con la infraestructura y capacidad tecnológica para realizar este tipo de producción. Para el caso de la producción de biopolímeros basados en almidón, en Colombia se han desarrollado muchas investigaciones a nivel de doctorado pero no se ha podido llevar a la industrialización y es por ello que el grupo de investigación no desarrolla sintetización de polímeros biodegradables y por ello se ha decidido tomar la ruta de producirlo con los polímeros que son dados por la naturaleza como lo es el almidón de Yuca que se produce en el Cauca y Colombia el cual se transforma actualmente para diferentes tipos de aplicaciones, y se modifica transformándola en los equipos que se tienen por medio de cambios químicos que se realizan, sin hacer sintetización siendo viable para

el País este tipo de producción. Estamos dando la opción de que la bolsa que normalmente se usa 10 o 15 minutos que se puede demorar más de doscientos años en degradarse, se pueda usar una bolsa que tenga seguramente el mismo tiempo de uso pero que en el ambiente solo dure tres meses.

A nivel de producción y comercialización del biopolímero, se identificó la compañía IT GREEN Colombia, quien realiza la importación de pellets de biopolímeros basados en almidón de maíz y los transforma en películas para bolsas plásticas como una respuesta a la problemática ambiental por la contaminación de plásticos. Al conversar con Hugo Moreno Director de esta compañía indicó:

En Colombia se confunde la biodegradabilidad con la biocompostabilidad, existen muchas empresas que realizan bolsas biodegradables pero las mismas son de polietileno que al entrar en contacto con el oxígeno se comienzan a degradar por unos aditivos especiales que se incluyen en las mismas, la diferencia con nuestras bolsas es que estas son basadas en almidón de maíz, certificadas como material compostable y son menos permeables al oxígeno

De igual manera señaló que en Colombia para el proyecto de investigación y desarrollo realizado por la universidad del Cauca en el Grupo CYTBIA una de las principales dificultades presentadas para ellos ha sido el alcanzar la industrialización, no por dinero ya que cuentan con recursos de regalías sino porque el desarrollo de este tipo de material se ha realizado para crear películas de tamaños específicos y pequeños, ya para industrializar y poder manejar cualquier tamaño de película el material no está dando una resistencia para hacer bolsas grandes.

IT GREEN Colombia ha intentado hacer alianzas o uniones con diferentes personas o empresas que quieren trabajar la iniciativa de producir en Colombia biopolímeros sin embargo concluye que todos quieren estar solos. También considera que si se logrará generar una política pública para incentivar este tipo de industria la misma ayudaría mucho, sin embargo, existen grandes empresas y grupos empresariales que no les conviene que esto ocurra por lo cual frenan



la salida de normas que los lleguen a perjudicar. IT GREEN indica que no ha logrado acuerdos comerciales con almacenes de grandes superficies ya que el uso de las bolsas se convirtió en un consentimiento hacia el cliente y no en realmente en una concientización de reemplazar las bolsas tradicionales por un concepto asociado a la economía circular donde el ciclo de vida del producto se pueda reincorporar de nuevo a la naturaleza como material de compost.

En línea con lo anterior, y teniendo en cuenta que ya existen en Colombia iniciativas asociadas a producir biopolímeros basados en almidón sin tener que usar material importado, se realizó la revisión de estadísticas del DANE asociadas a identificar qué tipo producto cultivado en Colombia puede ser viable para la obtención del almidón y se identificó que en el reporte del censo nacional agropecuario del año 2014 del DANE que el 50,7% del área agrícola cosechada corresponde a los cultivos de tubérculos y plátano en áreas rurales censadas, donde para los cultivos de yuca se produjeron 4.869.507 toneladas en un área de 443.930 hectáreas generando un rendimiento de 11 y para los cultivos de papa se produjeron 2.742.348 toneladas en un área de 172.016 hectáreas generando un rendimiento de 15.9.

Donde en los cultivos de papa se presenta un mayor rendimiento que los cultivos de yuca, pero en la cadena de producción de la papa se identifican problemáticas que sufren más de 90 mil familias, desde el uso de fertilizantes químicos y los exigidos para poder comercializar o exportar la misma, uso de fungicidas e insecticidas para evitar que la papa cultivada presente daños por enfermedades comunes, la calidad exigida del tubérculo cosechado debe cumplir con un tamaño, donde si la papa es menor de 3 centímetros ya no se comercializa fácilmente y su valor es menor al igual que la papa que sale con deformación o cuándo en el momento de sacarla del cultivo se genera un daño mecánico la misma no puede comercializarse; de igual manera se suma que existe un sistema de comercialización en el cual el proceso desde de que sale del

cultivo hasta que llega al consumidor final intervienen en la cadena intermediarios asociados al transporte, acopio, labor postcosecha (cuándo se requiere), entre otros que hacen que el precio de venta del productor sea mínimo respecto al precio de venta al consumidor final, generando riesgos asociados al deterioro del producto en cada una de las etapas de comercialización y por cada intermediario que la manipula.

**3.2.6 Producción de papa en Colombia.** En línea con el capítulo anterior, se ahonda un poco más en la producción de la papa en Colombia pues Riascos (2017), manifiesta que a nivel mundial se generó una producción de papa de 392 millones de toneladas con un crecimiento del 1,84% respecto al año 2016, siendo generado principalmente por China. De acuerdo con la FAO los principales países productores de papa son China, India, Rusia, Estados Unidos y Ucrania, se puede identificar que en Suramérica no se encuentran países como productor principal, sin embargo, en la región el país que lidera la producción de papa es Perú. En Colombia, en el año 2017 se produjeron 2.751.837 toneladas de papa en Colombia en un área de 132.161 hectáreas con un rendimiento promedio de 21 toneladas/ hectárea donde participaron alrededor de 100.000 familias en la producción generando alrededor de 300.000 empleos. El crecimiento de la producción de papa respecto al año 2016 fue del 13,7% y aportando en participación de la producción mundial en un 0,7% (Riascos, 2017).

El crecimiento de la producción de papa en Colombia en el año 2017 no es tan grande cómo se esperaba, y de acuerdo con FEDEPAPA las razones principales son asociadas a la situación económica que vive Colombia la cual no da una certeza a los productores de papa, por lo cual los mismos también desarrollan otras actividades paralelas cómo otros tipos de cultivos, ya que los costos de producción de papa son más altos (Riascos, 2017).

A nivel de comercio internacional se identifica que las importaciones de papa disminuyeron en un 5,6% respecto al año 2016, pero de igual manera los precios de ingreso también disminuyeron; de los productos derivados de papa que se importan al país para el año 2017 no se reportó ingreso de harina, sémola o polvo de papa el cual es el producto asociado al almidón de papa. A nivel de exportación la misma se incrementó en un 70% respecto al año 2016, donde en 2017 se exportaron 779 toneladas.

De acuerdo con el boletín económico emitido por FEDEPAPA se indica que en Colombia existen ocho departamentos en los cuales se produce la misma los cuales son: Cundinamarca, Boyacá, Nariño, Antioquia, Santander, Norte de Santander, Cauca, Tolima y Caldas.

En Colombia se encuentran registradas ante el ICA 43 variedades de semillas de papa dentro de las cuales se encuentran: Parda Pastusa, Diacol (5 variedades), ICA (22 variedades), pastusa suprema, roja Nariño, Betina, criolla Colombia, criolla latina, criolla paisa, punto azul, rubia, esmeralda, criolla galeras, criolla guaneña, milenia, mary y nova.

Según FEDEPAPA, en el primer semestre de 2018 se cultivaron 77.924 hectáreas donde el 29% corresponde al departamento de Boyacá y el 40% corresponde al departamento de Cundinamarca. De igual manera en este semestre se produjeron 1.201.276 toneladas de papa. donde el 53,4% se concentra en los departamentos de Boyacá y Cundinamarca.; con un rendimiento de toneladas versus hectáreas cultivadas del 17.6.

La Unidad de Planificación Rural Agropecuaria, indica que el cultivo comercial de papa en Colombia cuenta con 1.971.044 hectáreas disponibles y aptas cultivo de papa. En el cálculo realizado en el primer semestre agrícola de 2016 el cual se encuentra entre marzo y agosto los departamentos Cundinamarca, Boyacá, Nariño, Antioquia y Cauca sumaron el 75,9% de áreas aptas para cultivo de papa, Cundinamarca aporta el 23% y Boyacá aporta el 18.3% de la totalidad

del área apta. El rendimiento por hectárea de papa cultivada en el periodo 2010 a 2015 para el departamento de Boyacá fue de 20,55% y para el departamento de Cundinamarca fue de 21.04%.

En línea con lo anterior los departamentos de Cundinamarca y Boyacá aportan una participación alta en la producción nacional y son la principal región proveedora de papa para procesamiento industrial (Diacol Capiro), con rendimientos superiores a las 40 ton/ha (Fedepapa).

En el año 2002 se realizó un censo en el cual se identificaron los municipios que tenían gran concentración de producción de papa. En Boyacá el municipio de Ventaquemada representó el mayor porcentaje con 2219 fincas, 2769 unidades productivas y 3062 hectáreas cultivadas del área total, de igual manera en el departamento de Cundinamarca, el municipio de Villapinzón representó el mayor porcentaje con 2823 fincas, 3999 unidades productivas y 6267 hectáreas cultivadas del área total (Ñustez, 2011).

A continuación, se presenta el Mapa de zonificación de aptitud para cultivos comerciales de papa en Colombia durante el primer semestre agrícola, a escala 1:100.000, en el cual se resaltan los departamentos de Cundinamarca y Boyacá donde en las zonas verdes se tiene el territorio apto para cultivo.

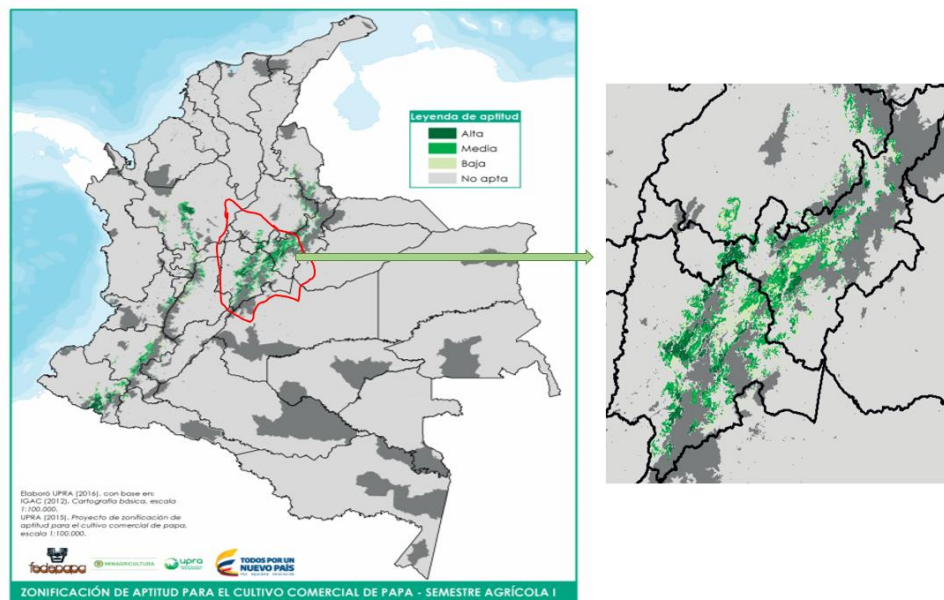


Figura 10. Mapa de cultivos de papa en Colombia.

Fuente: Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2016.

**3.2.7 Cadena productiva de la papa.** Durante el proceso de producción de la papa se identifica una cadena productiva (Ver Anexo 8), en la cual se incluyen seis eslabones, a saber:

- **Productores de insumos:** Se incluyen los proveedores que participan en el proceso al inicio de la producción donde se involucran proveedores que suministran los fertilizantes para la nutrición de los suelos donde se realizaron los cultivos, también se incluyen los proveedores de la semilla (certificada o no), proveedores de los agroquímicos para aquellos productores que los utilizan, proveedores de servicios, maquinarias, equipos, herramientas y empaques necesarios para la producción.

- **Productores agrícolas:** Considerados como los principales actores en toda la cadena, pues sin ellos no se podría hablar de esta cadena, los productores se clasifican en:

- Grandes quienes cosechan más de 5 hectáreas, son el 2% de los productores y cultivan alrededor del 20% de la producción nacional.

- Medianos quienes cosechan entre 3 y 5 hectáreas, constituyen el 3% de cultivadores y producen aproximadamente el 35% de la producción nacional.

- Pequeños quienes siembran menos de 3 hectáreas y producen aproximadamente el 45% del total de la producción nacional de papa.

Teniendo en cuenta que existe un porcentaje del producto cultivado y cosechado que no se logra comercializar llamado Riche, los productores se convierten en consumidores locales que lo utilizan bien sea para alimento propio o para alimento de sus animales.

- **Comercializadores:** Son aquellos actores que una vez los productores tienen la cosecha de la papa inician su participación iniciando como intermediarios en la compra del producto a productores medianos y pequeños, se involucran intermediarios que transportan el producto a plazas locales, centros de acopio o centro mayoristas para proceder a su comercialización bien sea a industrias o a consumidores locales, regionales o nacionales.

- **Industria:** Se habla de industria a aquellas organizaciones empresariales que requieren del producto (papa) para realizar procesos de transformación para productos. La industria se clasifica en producción artesanal donde se producen papas chips para consumo cómo lo es el caso de la empresa Tesoros Nativos, o empresas más grandes como fritolay o papas margarita; pero también se involucran industrias asociadas a cadenas de restaurantes o industrias que requieren procesar la papa y obtener almidón para incluirlo en procesos industriales donde se utiliza el mismo como materia prima cómo lo es el caso de los cárnicos.

- **Comercializadores minoristas:** Son aquellos actores los cuales adquieren el producto al comercializador mayorista bien sea que el camión lleva a su tienda de barrio o fruver el producto o que ellos se desplazan a las plazas de mercado a adquirir el mismo. La

comercialización de este grupo de actores se hace principalmente en tiendas, fruver y supermercados.

- **Consumidores:** Los consumidores pueden ser locales, regionales y nacionales son todas las personas que bien sea que lo adquieran directamente en una plaza de mercado, en tiendas de barrio, fruver o cadenas de almacenes, compran el producto para consumo y alimento en los hogares.

Desde el punto de vista ambiental la problemática en esta cadena se asocia a la generación de residuos de papa en cinco de los seis eslabones identificados.

- Productores agrícolas cuándo el producto no logra comercializarse o el productor prefiere desecharlo a comercializarlo cuando el precio de venta no es asociado a los costos de producción.
- Comercializador y comercializador minorista del producto por la manipulación de este por cada uno de los intermediarios se va deteriorando el mismo generando pérdidas del producto.
- Industrias donde se ha identificado en literatura que se generan residuos o desechos de papa durante los procesos productivos e impactos ambientales negativos al ambiente en las actividades asociadas a generación de vertimientos con trazas de almidón.
- Consumidores minoristas donde el producto ya ha pasado por un proceso de comercialización donde el mismo llega en condiciones no aptas y su proceso de deterioro puede aumentar, y se generan los residuos en plazas de mercados, cadenas de almacenes, Fruver y tiendas de barrio.

Sumado a lo anterior, no se identifican estudios en Colombia en los cuales se estime la pérdida de alimento (papa) en cada uno de los eslabones de la cadena descrita anteriormente.

**3.2.8 Características del almidón.** El almidón es un carbohidrato que hace parte de la alimentación del ser humano, y es un polímero natural y también se utiliza para diversos usos industriales, el mismo es un polisacárido que se encuentra presente en diferentes clases de tubérculos, raíces, semillas, entre otros. Este se presenta como un carbohidrato que se reserva con formas de gránulos cristalinos y de diferentes formas y tamaños de acuerdo con su proveniencia. Se presenta en un porcentaje entre el 60% al 90% en tubérculos como la papa y la yuca (Lizarazo, 2013).

El almidón se puede utilizar con fines industriales, realizando la extracción de este con un gran contenido de materia seca y ácido fosfórico; donde esta composición permite que se presente una viscosidad alta y así poder dar usos en productos como jaleas ya que se gelatiniza.

La composición química del almidón es conformada por dos polisacáridos (glucanos), amilosa (entre 17-27%) y amilopectina (entre 73-83%), las propiedades de estos componentes varían de acuerdo con el tipo de tubérculo del cual se extrae el almidón.

El comportamiento del almidón se ve influenciado por los gránulos y la relación entre la amilosa y la amilopectina, y de acuerdo con la misma se puede utilizar para usos industriales.

De acuerdo con Badui (2006) el almidón se encuentra en gránulos dentro del tejido vegetal del tipo de alimento que lo contiene, el cual es una reserva de energía para el mismo. Estos gránulos pueden variar en tamaño y forma de acuerdo con el tipo de especie que lo contiene como se puede reflejar en la Tabla 1, donde se ha aprovechado para poder identificar los diferentes tipos de almidones que existen. Los gránulos o presentan una estructura rígida que son inalterables cuando se realiza durante la molienda y el procesamiento para obtener almidón industrial.



En el Anexo 9, aparece la Tabla 4 que contiene las características de almidones y sus gránulos

De acuerdo con la Tabla 4 se identifica que el almidón de yuca y almidón de papa tiene similares cantidades en contenido de amilosa y amilopectina y propiedades muy similares en la temperatura de gelificación generando en la cocción un gel claro cohesivo y con tendencia a gelificar.

En línea con lo anterior y teniendo en cuenta lo identificado en el rendimiento de la producción de la papa y la problemática ambiental asociada a la generación de desperdicios y residuos en la producción de esta se realizará un énfasis asociado a identificar la característica del almidón de papa.

**3.2.9 Características del almidón de algunas variedades de papa.** En el estudio presentado por Lizarazo (2013), se realizó la selección de seis variedades de papa (*solanum tuberosum*) teniendo en cuenta criterios de rendimiento, oferta e importancia comercial; las cuales eran provenientes del departamento de Boyacá. Esta selección se realizó con el fin de realizar un análisis físico, químico, composición y propiedades del almidón contenido en las mismas.

En el Anexo 10 están las Tablas 5 y 5a, que presentan un resumen de los resultados del estudio desarrollado donde se indica que las variedades Tuquerreña y Parda Pastusa pueden tener mejores propiedades por su relación entre la amilosa y la amilopectina para producir almidón industrial.

García (2017) en su estudio asociado a obtención de almidón residual de papa diacol capira indica que por cada 1000 kg de papa que ingresan al proceso se obtendrán 247.5 kg de harina de papa, o sea, el 24.75%, presentando una variación de contenido de almidón de esta variedad en

un 61.5% respecto a lo indicado en el estudio de Lizarazo (2013). Esta variación puede presentarse por el lugar de producción en Ecuador, el tipo de suelo, temperatura, ambiente, y otras condiciones que son asociadas al entorno productivo

Prada (2012), en su estudio se basó en la extracción del almidón de la operación de lavado de la línea de procesamiento de snacks de papa donde como resultado obtuvo que para las variedades de tuquerreña y parda pastusa el almidón obtenido es de 15,29% y 16,41% respectivamente; presentando una variación de 63.3% para la variedad tuquerreña y de -16.88% para la variedad parda pastusa. Peñaranda, Montenegro y Giraldo (2017), referencian el estudio de Prada, 2012 y reiteran que el almidón residual se encuentra en un rango entre 15,56% y 17,76% el cual se obtiene por tratamiento térmicos, secado y molienda. Esta variación en disminución del contenido de almidón puede inferirse que por tratarse de un remanente no se cuenta con todo el contenido del tubérculo, variando de la calidad del producto debido al procesamiento que se ha realizado de manera previa y que no fue especificado en el estudio.

**3.2.10 Proceso para la obtención del almidón de papa.** De acuerdo con Melian (2010), el almidón se puede obtener con diferentes tipos de metodologías que varían de acuerdo con el tipo de materia prima que se utilice. En casos como el almidón de papá su extracción es sencilla a diferencia del almidón de maíz que se encuentra dentro del endospermo y requiere métodos más especializados para su extracción.

Cuando se realiza la extracción del almidón, también se obtienen otros elementos como proteínas, lípidos, minerales y fibras las cuales pueden hacer que el comportamiento del almidón cambie y por lo tanto es importante saber cuál es el contenido de estos. El almidón de papa se puede obtener por métodos de decantación o centrifugación.

- **Centrifuga**, de acuerdo con Melian (2010), quien se basa en estudios anteriores indica que el proceso se inicia con el lavado de la papa, una vez lavadas se procede a realizar la desintegración en una raspadora la cual hace que la papa quede en pedazos los cuales pasan por la trituradora. En esta fase del proceso se realiza un tamizaje en el cual la fibra es retenida y se produce la pulpa de la papa. Una vez obtenida la pulpa se procede a realizar un proceso en el cual se realiza una separación de los compuestos que tiene el almidón los cuales se centrifugan. Posterior a ello se procede a realizar un proceso de decantación y el almidón remante pasa de nuevo por la centrifuga donde se retira la humedad de este entre un 30% al 80%. Una vez retirado el porcentaje de humedad se realiza la deshidratación de este donde se da continuidad a reducir la humedad a un 12% y se comienza el proceso de desagregación de grumos utilizando martillos con cribas. Al final se obtiene el almidón el cual contiene entre el 10 al 12% de humedad. En el Anexo 11 aparece la Figura 12 que detalla la obtención de almidón de papa por método centrífuga.

- **Decantación**. De acuerdo con Melian (2010), el proceso de decantación en sus etapas iniciales es decir lavado, pelado, corte, molienda y tamizado son muy similares al proceso de centrifugación. La diferencia de este método se basa en que se aplican dos pasos de decantación los cuales tienen una duración aproximada de 6 horas cada uno y se realiza una adición de hidróxido de sodio o soda caustica (NaOH) con el fin de solubilizar, posterior a la adición del NaOH se deja decantando 6 horas y luego se mide el pH ajustándolo hasta obtener un pH de 7. Una vez estabilizado el pH se filtra y procede a pasar por un proceso de secado de 24 horas en el cual se manejan temperaturas entre 43 a 47 grados centígrados. Ya secado se procede a pasar por una molienda y se obtiene el almidón. La Figura 13 que está en el Anexo 12, precisa el proceso para la obtención de almidón de papa por el método de decantación

**3.2.11 Producción y comercialización del almidón de papa en Colombia.** En Colombia se encuentra dentro de la clasificación CIIU (Clasificación Industrial Internacional Uniforme) el código 1052 el cual corresponde a la elaboración de almidones y productos derivados del almidón en el cual se incluye almidones a partir de arroz, papa, maíz, entre otros.

En el año 2016 el DANE realizó la encuesta anual manufacturera en la cual se identificó que en Colombia para la actividad económica asociada al código CIIU 105 (clase 1 y 2) se encuentran 150 establecimientos de los cuales en la clase 1 que se asocia únicamente a empresas que elaboran productos de molinería se tienen 141 establecimientos y para la clase 2 que se asocia únicamente a empresas que elaboran almidones y productos derivados del almidón 9 establecimientos.

De igual manera en esta encuesta se identificó que del artículo Almidón de Papa que se encuentra dentro de la clasificación central de productos e identificado con el código C.P.C 2322004 para el año 2016 fueron consumidos un total de 4.650.136 kilos, de los cuales el 29,6% fue de origen extranjero, es decir, producto que fue importado. En la tabla 2 se puede encontrar el detalle de lo identificado sobre el consumo y compra de el almidón de papa.

Tabla 6. *Consumo almidón de papa año 2016.*

ARTÍCULOS	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO CANTIDAD	VALOR CONSUMO	% CONSUMO origen extranjero	COMPRAS cantidad	COMPRAS valor en el exterior	COMPRAS VALOR TOTAL (b) NAL Y EXT
(CON CONSUMO SUPERIOR A \$ 3.000.000 DURANTE EL AÑO)	(a)						(b)
2322004 Almidón de papa	kg	1.015.027	2.996.563	29,6	1.869.593	689.433	4.650.136

Fuente: DANE, 2016

Lo anterior indica que la producción de almidón en Colombia no es una actividad económica que sea masificada y por lo tanto esta materia prima no es de fácil obtención.

En el año 2005, Martínez (2006), identifica que el uso industrial de la papa en Colombia tiene un porcentaje entre el 4% y el 8%, el cual es mínimo respecto al consumo asociado a centrales, plazas de mercado y fruver. La industria utiliza principalmente para fabricación de snacks (papa fritas), precocida, deshidratada y harina o almidón de papa. La producción de almidón de papa para uso industrial en el mundo es mayor a la producción de almidón de Yuca donde se encuentran altos niveles de desarrollo y tecnología.

En Colombia, es más conocido y de fácil acceso el almidón obtenido a partir de yuca, que al igual que el almidón proveniente de la papa se produce primordialmente de manera artesanal y realizada por grupos familiares en las regiones donde se produce este tipo de tubérculos, donde predomina la producción de almidón de yuca por los | quienes lo realizan por tradición y permite que se valore la producción de la yuca de los agricultores locales (Aristizábal y Sánchez, 2007).

Durante la revisión bibliográfica realizada no se encontró mucha información asociada a plantas productoras de almidón en Colombia. Se realizó una consulta en internet sobre empresas que fabrican o comercializan el almidón de papa y dentro del conjunto de empresas identificadas se inició un proceso de contacto telefónico con las mismas donde el resultado es el que se muestra en el Anexo 13, Tabla 7.

Dentro de las empresas identificadas la empresa ALMICOR, empresa ubicada en la ciudad de Bogotá y constituida hace 40 años, fue referenciada por FEDEPAPA como productora de almidón de papa. En entrevista realizada a Mauricio Cordi, gerente de la compañía se indica que “en Colombia no se cuenta con cantidades suficientes de papa para poder realizar la producción de almidón”, coincidiendo con Martínez (2006), donde la papa que se utiliza para la industria se utiliza en su mayoría para la industria de los snacks. De igual manera que:

la producción de almidón en Colombia no es rentable, ya que para producir el mismo se requiere un tipo de papa especializada, el terreno en Colombia no es apto para ese tipo de papa ya que no se puede mecanizar el cultivo, y en los cultivos donde hoy en día existe mecanizado la papa es para la industria de snacks, también se suma que en la cadena de la papa existen muchos intermediarios y la gran queja es la competencia desleal si bien existen productoras que son informales no están constituidas legalmente como nosotros por lo tanto pueden comercializarlo más económico y por otro lado los comercializadores que traen el producto importando venden a precios menores que el producto nacional. Es por esto por lo que para Almicor es más barato importar el almidón que producirlo, los costos de producción no son acordes al costo de traer el producto procesado de afuera. Se tienen algunas amenazas como el cambio de tasa del dólar cuando este baja y barreras de infraestructura para la producción. Hoy en día estamos importando de Europa el 80%, ya que en esta zona cuentan con subsidios para quienes cultivan y producen el almidón. Se suma que a nuestros clientes les gusta más el producto importado ya que tiene el mismo precio del producto nacional y su calidad es similar. En los años 90 Almicor tuvo la primera quiebra por la apertura económica de los TLC donde nuestro país se comenzó a inundar con almidones a precios no competitivos. Por lo cual hoy en día nosotros buscamos otras alternativas de negocio, ya que hacer almidón no es fácil y el margen de rentabilidad es muy bajo. La Yuca es más barata que la papa, por lo cual se ve más de ese almidón”.

En línea con lo anterior se puede identificar que en el muestreo de empresas productoras de almidón en Colombia sólo se encontró la empresa Almicor como productora nacional, de igual manera se identifica que el almidón de papa es un almidón no muy común en el mercado y que su comercialización se realiza más para industria pero la adquisición de este se hace por medio de importaciones donde el precio del kilo es muy similar al producto fabricado a nivel nacional. Esto permite identificar que la conclusión dada por Almicor es muy relevante en el momento de definir los riesgos y oportunidades para la producción de biopolímeros en Colombia ya que la

materia prima principal que es el almidón de papa no es de fácil consecución en el país y los comercializadores de almidón en Colombia lo prefieren importar que producir para reducir costos.

**3.2.12 Residuos derivados de la producción de la papa.** De acuerdo con el estudio realizado por el DNP en 2016 sobre la pérdida y desperdicio de alimentos en Colombia, el eslabón de producción agropecuaria participa en el 40.5% de la pérdida de alimentos equivalente a 3.95 millones de toneladas. Dentro de este eslabón se subclasifica por grupos de alimentos encontrando que las raíces y tubérculos corresponden a 2.4 millones de toneladas perdidas. En los procesos de postcosecha y almacenamiento se pierden alrededor de 671.000 toneladas, en procesos de producción industrial se pierden alrededor de 11.490 toneladas y en los hogares es alrededor de 800.000 toneladas de raíces y tubérculos.

Es escasa la información asociada a la cuantificación de las pérdidas de papa desde el momento de la cosecha y pasando por su cadena cómo lo es pesaje, empaque, transporte, almacenamiento en central de abastos, comercialización, almacenamiento en fruver, almacenes de cadena, tiendas y en cada uno de los hogares.

De acuerdo con CORPOICA (2000), en promedio durante la cosecha se presenta una pérdida de alrededor del 20%, Arcila en su estudio sobre evaluación y cuantificación de pérdidas identifico que las pérdidas se encuentran alrededor del 21,1% asociadas a enfermedades y plagas. En el estudio realizado en el año 1999 evaluó las pérdidas de tres variedades de papa en Villapinzón y 7 municipios de Cundinamarca, que en su momento eran los municipios que tenían mayor representación en producción de papa. Se realizó una clasificación por cinco tipos de pérdidas: sana sin cosechar, daño de plagas, daño fisiológico, daño mecánico y daño de enfermedades. Como resultado del estudio se encontró que en las tres variedades estudiadas que

el porcentaje de daño de papa sana sin cosechar la cual es la papa que se queda en el lote sin cosechar fue: 74% para la variedad criolla, 67% para la variedad capiro o R12 y 71.72% para la variedad parda pastusa.

Tabla 8. Cuantificación de daños en la cosecha de papa

Detalle	Variedad Criolla		Variedad Capiro -R12				Variedad Parda Pastusa	
	Kg/ha	%	Sistema Mecánico		Sistema Manual		Kg/ha	%
			Kg/ha	%	Kg/ha	%		
Producción total de papa, Kg/ha	17.755	100,00	28.833	100,00	29.075	100,00	18.534	100,00
Producción total de papa, comercial Kg/ha	16.216	91,33	27.197	94,36	26.015	89,48	15.974	86,18
<b>Pérdidas Totales Kg/ha</b>	<b>1.539</b>	<b>8,67</b>	<b>1.625</b>	<b>5,64</b>	<b>3060</b>	<b>10,52</b>	<b>2560,000</b>	<b>13,81</b>
Papa Gruesa	612	3,45	320	1,11	820	2,82	501	2,70
Papa Pareja	198	1,12	365	1,27	765	2,63	596	3,22
Papa Riche	332	1,87	335	1,16	485	1,67	739	3,99
<b>Total Papa Sana</b>	<b>1.142</b>	<b>6,43</b>	<b>1020</b>	<b>3,54</b>	<b>2070</b>	<b>7,12</b>	<b>1.836</b>	<b>9,90</b>
Polilla ( <i>Tecia Solanivora</i> )	36	0,2	15	0,05	0	0,00	0	0,00
Chisa ( <i>Ancognata scarabaeoides</i> )	49	0,28	0	0,00	65	0,22	23	0,12
Espartillo	4	0,02	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Trozador ( <i>Euxoa.Sp</i> )	0	0,00	35	0,12	0	0,00	0	0,00
Gusano Blanco ( <i>Premnotrypes Vorax</i> )	0	0,00	0	0,00	0	0,00	57	0,31
<b>Total papa perdida con daño de plagas</b>	<b>89</b>	<b>0,5</b>	<b>50</b>	<b>0,17</b>	<b>65</b>	<b>0,22</b>	<b>80</b>	<b>0,43</b>
Producción con daño fisiológico	174	0,98	200	0,69	110	0,38	103	0,56
Producción con daño Mecánico	134	0,75	240	0,83	390	1,34	310	1,67
Producción con enfermedades	0	0,00	115	0,40	425	1,46	230	1,24
<b>Total papa sin cosechar con daño y enfermedades</b>	<b>308</b>	<b>1,73</b>	<b>555</b>	<b>1,93</b>	<b>9,25</b>	<b>3,18</b>	<b>643</b>	<b>3,47</b>

Fuente: CORPOICA, 2000, p. 167

Tabla 9. Cuantificación de pérdidas de papa

Tipo de Perdida	Criolla		Capiro o R-12				Parda Pastusa	
	Kg	%	Mecánico		Manual		Kg	%
			Kg	%	Kg	%		
Papa Sana Sin Cosechar	1.142	74,2	1020	62,77	2070	67,65	1.836	71,72
Papa con daño de plagas	89	5,78	50	3,07	65	2,12	80	3,12
Papa con daño Fisiológico	174	11,3	200	12,31	110	3,59	103	4,02
Papa con daño Mecánico	134	8,70	240	14,77	390	12,75	310	12,01
Papa con daño de enfermedades	0	0	115	7,07	425	13,9	230	8,98
<b>Total de pérdidas</b>	<b>1539,0</b>	<b>100,0</b>	<b>1625,0</b>	<b>100,0</b>	<b>3060,0</b>	<b>100,0</b>	<b>2559,0</b>	<b>100,0</b>

Fuente: CORPOICA, 2000, p. 167

En este estudio se concluyó que la papa sana sin cosechar no se diferencia entre papa gruesa, pareja, riche; donde los recolectores por cumplir a tiempo para que se les haga el pago de su jornal y pueden dejar tubérculos sin diferencias si son riche o no. Otra conclusión derivada de



este estudio se asoció a poder identificar en todas las zonas del país la pérdida de papa para así tomar planes de acción que permitan minimizarla.

En la búsqueda de información bibliográfica no se encontraron más estudios similares y asociados a estudios de pérdida de papa por variedades ni por los tipos de daños que se pueden presentar. En entrevista con el ingeniero Camilo Niño de FEDEPAPA, se reiteró que actualmente no se cuenta con información asociada a caracterización de residuos generados en la postcosecha o almacenamiento de la papa, desde la entidad ni desde FNFP (Fondo nacional de fomento de la papa) por razones asociadas a la variabilidad que se puede presentar en la generación de los desperdicios o residuos posterior a la cosecha. De acuerdo a Camilo Niño el tipo de desecho de papa se puede clasificar cómo se presenta en el Anexo 14, Tabla 10. Tipos de desechos de papa.

En el mes de abril de 2018 se realizaron hicieron entrevistas al gerente de la Cooperativa Integral de Productores de Papa de Ventaquemada -COOINPAVEN- y a tres productores asociados, utilizando cuestionarios semiestructurados.

El señor Jorge Arévalo como Gerente de COOINPAVEN indica que la cooperativa se encuentra ubicada en el municipio de Ventaquemada en el departamento de Boyacá, constituida en el año 2003 con el fin de realizar la comercialización de papa y semilla certificada. El gerente de la cooperativa Jorge Arévalo indica que:

COOINPAVEN, se crea para ser una cooperativa semillerista de pequeños agricultores los cuales no tienen acceso a semillas certificadas. Hoy en día contamos con 20 asociados y trabajamos semillas certificadas, también adquirimos una planta lavadora de papa con una capacidad de 5 toneladas/día, y queremos vender directamente nuestro producto al consumidor. Respecto al área cultivada tenemos una aproximación de cultivo de 2 a 3 hectáreas por semestre por socio y ya directamente en la cooperativa manejamos semilla de 1 hectárea hasta 7 hectáreas. Desde la

cooperativa no contamos con información asociada a desechos o desperdicio. Lo que se conoce desde la región y lo que hacemos todos los productores es que la papa que no sale al mercado se utiliza como alimento para el ganado. En el caso de semillas o papa dañada por insectos hemos conocido casos de cultivadores que la botan en los ríos o en cualquier sitio; otros la entierran y pierden un abono orgánico y otros la bota por encima de los pastos ya que se convierte un abono.

Se presenta la oportunidad de entrevistar a cuatro de los asociados a la cooperativa, donde se preguntó sobre su actividad económica, hectáreas cultivadas, resultados de cosecha, generación de desecho o descarte derivado de la última cosecha y disposición a participar en un proyecto en el cual se podría utilizar la papa de descarte como materia prima para producir bioplástico biobasado. Como resultado de esta entrevista se encontró que para el periodo de cosecha de enero de 2018 las personas entrevistadas suministraron la información recabada en el Anexo 15, Tablas 11, 11a, 11b y 11c.

Donde se identificó que de 8 hectáreas cosechadas se cultivaron 162 toneladas de papa generando un rendimiento de aproximadamente el 23%. Asociado a la pérdida de papa durante la cosecha se identifica en la última cosecha correspondiente a enero de 2018 se generaron para estos 4 cultivadores 18,75 toneladas de papa de descarte o desecho, representando el 11,57% de pérdida. Esta pérdida es difícil clasificar por tipo de daño teniendo en cuenta que algunos de los cultivadores en el momento de la cosecha y cuando empacan la producción en los bultos no la clasifican, sino que todo el descarte es empacado en el mismo bulto.

En línea con lo anterior y teniendo en cuenta que Prada (2012), indica que el almidón que se obtiene por residuos de papa se encuentra en un rango del 15,56% al 17,76%, se puede estimar que para las 18,75 toneladas de desecho que se generaron por los cuatro asociados a COOINPAVEN, se podría comprar in situ a los productores por un precio de \$6.000 el bulto, y

después de pasar por el proceso de conversión a almidón se lograría obtener aproximadamente entre 2,99 a 3,33 toneladas de almidón.

En entrevista adicional con el señor Pedro Briceño quién es cultivador pero también es empresario de papas chips (snacks), nos informa que aproximadamente el 10% de la cosecha se convierte en papa de descarte. El señor Pedro Briceño habla de su experiencia e historia familiar de la empresa Tesoros Nativos S.A.S., indicando inicialmente que se presentaron al Sena y al fondo emprender y no calificaron a pesar de haberse presentado con contactos; también nos cuenta que esta empresa es familiar y la misma se enfoca en la investigación del rescate de las papas nativas y el eslogan es el rescate de las papas perdidas, papas que fueron comunes hasta los años 40 y que conocieron las personas mayores de la región, pero que dejaron de cultivarse y por eso el las denomina las papas perdidas. El señor Pedro Briceño tiene una finca en la cual siembra 40 variedades de papas nativas. Desde el año 2008 siendo gerente de una cooperativa comenzó a investigar sobre las papas nativas, posterior a ello se convierte en el gerente de la central cooperativa de productores de papa de Boyacá; intentando sacar adelante el proyecto denominado el rescate de las papas perdidas del cual desistió ya que el trabajo con las comunidades no se facilitó para el desarrollo de este. Es así como constituye el proyecto del rescate de las papas nativas como una empresa familiar el cual sacaron adelante. Al revisar con el señor Pedro Briceño la información asociada a la generación de residuos asociados a el cultivo de las 40 variedades de papa nativa, indica que este tipo de nativa no es posible utilizar para un proyecto de producción de almidón de papa residual, teniendo en cuenta que este tipo de papa no se desperdicia y lo poco que se genera de descarte (que generalmente es por daño mecánico) se vuelve a utilizar como semilla. Sin embargo, comenta que en los cultivos que mantiene de papa

no nativa se puede trabajar en pro del proyecto y si es el caso a un costo mínimo de producción teniendo en cuenta un desarrollo de la comunidad en la cual es se encuentra.

El Gerente de COOINPAVEN al igual que el representante de TESOROS NATIVOS, son personas líderes y reconocidos en su comunidad por la participación activa en pro y defensa del oficio realizado por los cultivadores de papa, los cuales manifiestan abiertamente su interés y disposición en poder participar en un proyecto en el cual se pueda obtener un beneficio no solo económico sino ambiental y social asociado al manejo adecuado de los residuos o desperdicios provenientes de los cultivos de la papa que no se puede comercializar fácilmente o aquella que en algunos momentos cuándo el precio de la papa es muy bajo los cultivadores deciden no venderla y dejarla perder.

De igual manera en las entrevistas realizadas a los cultivadores que hacen parte de COOINPAVEN, se identifica un real interés y disposición en la participación del proyecto, comercializando el producto de descarte a un precio entre el 20% al 50% menos que el actual; siempre y cuando este mismo sea utilizado en el proyecto de producción de almidón industrial como materia prima en la producción de biopolímeros biobasados.

De acuerdo a lo anterior, se abre una alternativa en la cual para el municipio de Ventaquemada se pueda trabajar de manera conjunta entre las cooperativas y asociaciones productoras de papa junto a la empresa ALMICOR con el fin de poder establecer un nicho asociado a la comercialización de la papa residual (descarte) a un menor precio que permita disminuir los costos de producción del almidón nacional y así poder competir con los precios de almidón importado, y generar valor a la cadena gestionando los residuos o desechos de papa tratando de generar una producción sostenible del almidón de papa.

### 3.3 Marco Legal

El marco legal se enfoca en la revisión de alternativas y medidas asociadas a la sanción por el uso de bolsas plásticas y la sustitución por materiales que sean biodegradables que se ha desarrollado en Colombia y otros países.

Existen principios ambientales que determinan los criterios para orientar la limitación o restricción del uso o no de los recursos naturales. En el mundo estos principios se aplican a algunos sectores industriales que generan contaminación, pero solo se asocia el principio “el que contamina paga”, cuando el contaminador cumple y se acoge a la normativa o cuando la autoridad ambiental lo identifica y sanciona. Aceptando a nivel mundial que no se puede detener la contaminación y que por ello se debe pagar para mitigar (en escalas muy pequeñas) los impactos ambientales que se generan. Lo anterior incumple los principios asociados a la prevención y la precaución, siendo inconsistentes en lo descrito a nivel normativo y lo permitido o no para realizar diferentes procesos productivos, irrespetando los derechos que tienen todos seres humanos y no humanos.

En 1992 en la conferencia mundial sobre medio ambiente y desarrollo realizada en Río de Janeiro, se acordó el programa de acción de las naciones unidas, consolidando un nuevo modelo de desarrollo para el siglo XXI impulsando la sostenibilidad global (UNCED, 1992). De acuerdo al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MinAmbiente- (2012), Colombia y 172 países más se comprometieron en alcanzar el desarrollo sostenible, comprometiéndose con ejecutar en cada país los lineamientos de la agenda 21; es así como estos países se han basado en este instrumento para orientar políticas ambientales internas.

Dentro de las políticas planteadas, en varios países se definen alternativas y medidas donde se sanciona el uso de bolsas plásticas en cadenas de almacenes o se restringe el uso y entrega de

las bolsas al consumidor final. De acuerdo con European Parliament -EP- (2014), desde el 2011 en Italia se realizó la prohibición del uso de bolsas plásticas que no sean biodegradables o compostables. En 2014 se generaron modificaciones en la Comisión Europea, donde se incluye el cobro por el uso de bolsas de uso único en el sector alimenticio los cuales pueden reducirse a la mitad para bolsas de materiales biodegradables y compostables, y reducir el consumo en un 80% para el año 2019. En Estados Unidos, de acuerdo a SB (270 de 2014) se prohíbe uso de bolsas plásticas de único uso, imponiendo sanciones. En Argentina según Ley 13868 (Senado y Cámara de Diputados de la Provincia de Buenos Aires, 2008) también prohíbe el uso de bolsas plásticas de único uso, imponiendo sanciones, pero también habla de la sustitución progresiva de las mismas por materiales biodegradables.

En Colombia, en el año 2010 se crea la Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2011), en respuesta a los compromisos que el país ha adquirido con la Organización de las Naciones Unidas - ONU y la agenda 21. El principal objetivo de esta política es minimizar los residuos, modificar el patrón de consumo hacia la sostenibilidad ambiental sin dejar de ser competitivos y mejorando el bienestar de la población; uno de sus objetivos específicos se asocia a crear empresas que manejen buenas prácticas, bienes y servicios sostenibles en el mercado nacional e internacional.

Dentro de esta política se enmarcaron varios sectores de la economía estratégicos para que la misma pueda llegar a materializarse, se han viabilizado dos sectores para que se pueda incentivar la producción de biopolímeros en Colombia:

- Sector manufacturero: se incluyen aquellas industrias que producen envases y empaques con perspectivas de realizar optimización de sus procesos usando eficientemente entre otros sus materias primas, con potencial de reducir y aprovechar residuos y reducir la huella de carbono.

- Sector agroindustrial: por ser intensivo en el uso de recursos y un potencial alto para la optimización de sus procesos, de igual manera en este sector se han incluido los biocombustibles.

De igual manera la política de producción y consumo sostenible plantea varias estrategias para su cumplimiento, dentro de las estrategias se estableció el emprendimiento de negocios verdes con el fin de promoverlos y/o fortalecerlos a través de programas de incubación y aceleración, fondos de inversión de capital semilla, concursos de planes de negocios, entre otros.

Alineado a la política en el año 2015 se estableció en la ley 1753 de 2015: plan nacional de desarrollo 2014 - 2018, un enfoque de crecimiento verde disminuyendo la generación de residuos y aumentando las tasas de reciclaje y valoración de estos. En el año 2016 el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, generó la Resolución 668, en la cual reglamentó el uso de las bolsas plásticas creando un programa de uso racional de las bolsas plásticas, para así dar cumplimiento a los lineamientos de la política nacional de producción y consumo sostenible.

Gómez y Guerra de la Espriella (2015), radicó ante el senado de la República de Colombia el Proyecto de Ley 163 de 2015 Cámara, en el cual se plantea el desmonte progresivo en la producción y uso de bolsas plástica de único uso inútiles y no reutilizables y comprometer a la cadena desde la producción hasta el consumo en el uso de alternativas responsables, proyecto que ya cuenta con un informe de ponencia para primer debate con los respectivos ajustes y correcciones requeridas y que actualmente se encuentra en estudio.

En línea con lo anterior, se puede concluir que al tener una política nacional de producción y consumo, un plan de desarrollo y leyes o resoluciones como instrumentos legales que dirigen a las industrias a no solamente pagar por la contaminación que se genera en las actividades de producción y consumo de los materiales polímeros, sino también se está llevando a las industrias para que las industrias actuales optimicen sus procesos productivos y las industrias nacientes con

un enfoque verde tengan incentivos desde su incubación y aceleración, la industria de biopolímeros puede crecer de una manera acelerada y masificarse en Colombia, donde sus productos logren que se mitiguen los impactos ambientales por la contaminación de los polímeros convencionales siendo sustituidos de manera progresiva por materiales biopolímeros para diferentes aplicaciones.



## 4. Área de Estudio

### 4.1 Contexto geográfico, biofísico y socioeconómico

El área del presente estudio corresponde al municipio de Ventaquemada en el departamento de Boyacá y Villapinzón en el departamento de Cundinamarca, municipios que de acuerdo a (Ñustez, 2011) presentan mayor concentración de producción de papa en Colombia.

De acuerdo al esquema de ordenamiento territorial<sup>1</sup>, el municipio de Ventaquemada cuenta con un área de 158.827 Km<sup>2</sup> donde 158.827 Km<sup>2</sup> son área rural la cual se conforma por 19 veredas. Se encuentra ubicado en el centro oriente del país y al sur occidente del departamento de Boyacá.

Limita al norte con Tunja y Samacá, al oriente con Boyacá, Jenesano y Nuevo Colón, al sur con Turmequé y Villapinzón; y al occidente: Guachetá, Lenguazaque y Villapinzón. La temperatura se encuentra entre los 8 y 14 grados centígrados ubicándose en los pisos térmicos frío y páramo. Este es un municipio agrícola en el cual el sistema de producción es tradicional donde su principal cultivo es el de la papa, también cuenta con una pequeña actividad pecuaria para producción de leche y carne.

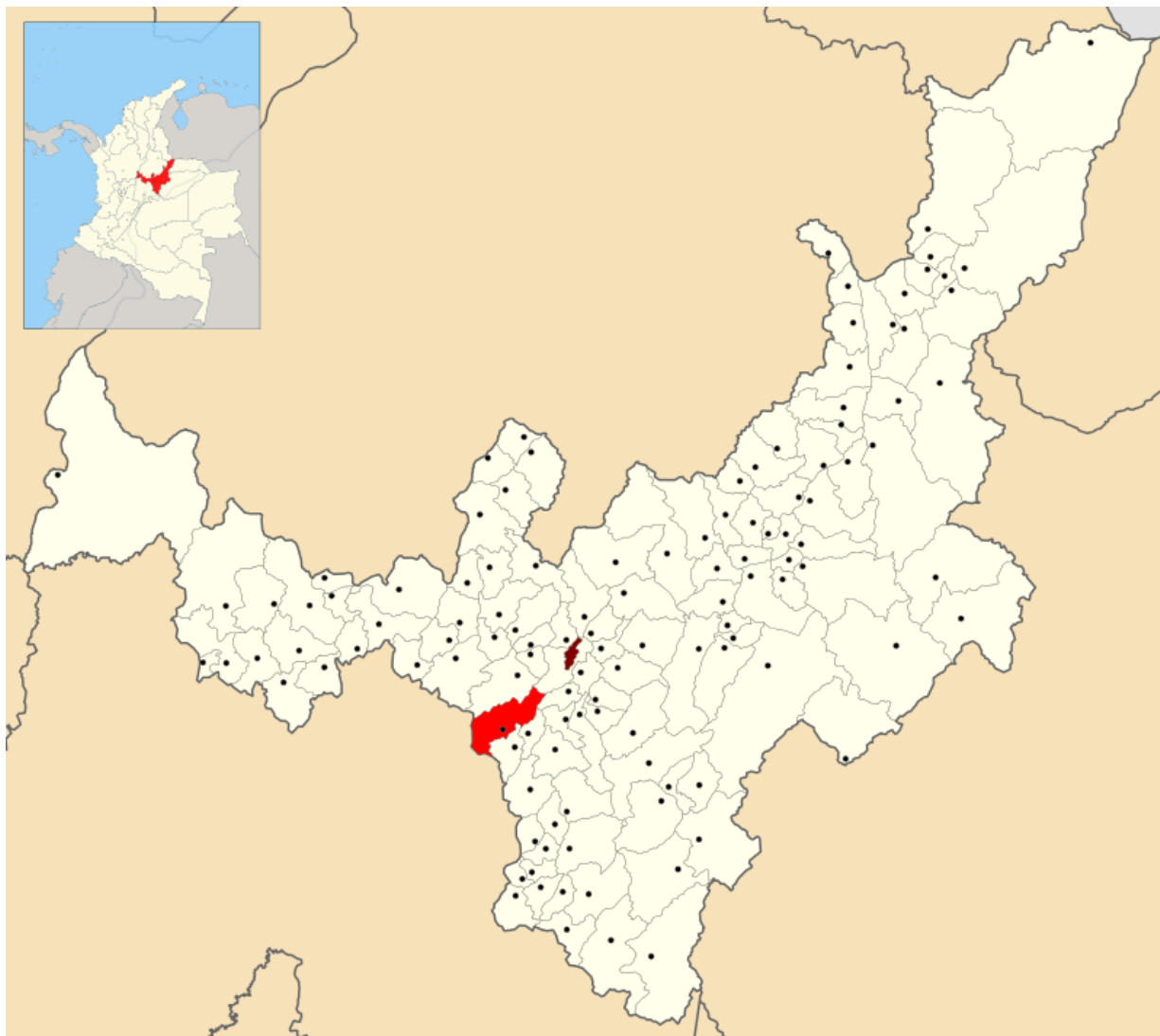
En el área rural del municipio de Ventaquemada se cuenta con la clasificación del uso de suelo donde se identifican cinco zonas: Zona de conservación de bosques, manejo hídrico y agricultura mínima, Zona de protección y conservación, Zona de restauración ecológica y rehabilitación Ambiental, recuperación, Zona de Relictos boscosos y Zona de Seguridad económica y alimentaria, desarrollo agropecuario con técnicas de manejo sostenible donde en esta última se permite el realizar cultivo permanente al estar ubicada en el nororiente del

---

<sup>1</sup> Acuerdo que adopta el esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Ventaquemada. Proyecto de Acuerdo N°2 de marzo de 2001

municipio con suelos que tienen buenos nutrientes y condiciones que permiten una efectiva producción agrícola. En esta zona se ubican 7 veredas.

#### 4.2 Mapa ubicación



*Figura 14.* Mapa del Municipio de Ventaquemada, Boyacá (Colombia).

Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Ventaquemada#/media/File:Colombia\\_-\\_Boyaca\\_-\\_Ventaquemada.svg](https://es.wikipedia.org/wiki/Ventaquemada#/media/File:Colombia_-_Boyaca_-_Ventaquemada.svg)

En el Anexo 16, aparece el mapa de uso del suelo del Municipio de Ventaquemada.

## 5. Metodología

Para resolver y dar solución a los objetivos planteados se comenzó por realizar una revisión de fuentes secundarias (objetivo 1) que ayudará a la identificación de los actores involucrados (objetivo 2), acompañadas por entrevistas a dichos actores (fuentes primarias) y poder solucionar los objetivos 3 y 4. Lo anterior se observa en la tabla 0. Relación objetivo método

### 5.1 Análisis del contexto externo y contexto interno con matriz SWOT

El análisis SWOT por sus siglas en inglés *Strengths* (fortalezas), *Weaknesses* (debilidades), *Opportunities* (oportunidades) y *Sthreats* (amenazas), se asocia al desarrollo del análisis de la situación más amplia para evaluar la estrategia de una organización o industria, teniendo en cuenta las capacidades internas y las posibilidades externas. Este análisis de situación es realizado con el fin de proporcionar a una organización o industria una visión global de la mejor información posible, información y comprensión de las fuerzas, tendencias y causas raíz de un contexto definido en el que pretende incursionar en el mercado competitivo.

De acuerdo a lo establecido por Fleisher & Bensoussan (2004), el análisis SWOT se desarrolla hacia el año 1971 donde Ken Andrews planteó la articulación de la estrategia con los recursos y las capacidades de una organización o industria con el entorno externo asegurando que esta metodología permite determinar una estrategia de nicho, la cual es la mejor manera para que una organización o industria use las fortalezas para explotar las oportunidades y defender la vulnerabilidad de la organización o industria con las fortalezas frente a las amenazas identificadas.

Este análisis se basa en tener en cuenta el contexto externo y el contexto interno, en el cual se realiza un monitoreo del entorno que permita identificar el presente y el futuro

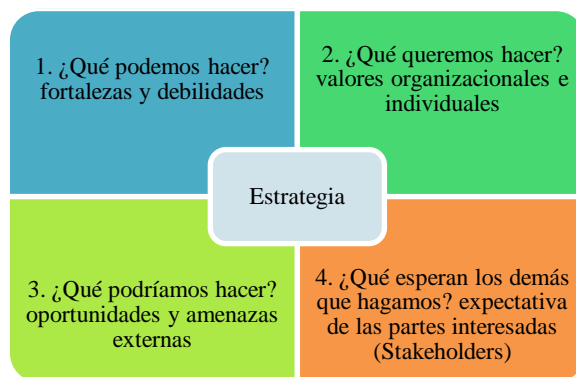
(oportunidades) y las tendencias negativas (amenazas) que pueden influir en la capacidad de la organización o industria para alcanzar su objetivo.

El contexto externo se divide en dos niveles:

- Entorno operativo o de tareas que generalmente constituye una industria, como su proveedor, competencia, cliente, laboratorio y componentes internacionales, y
- Entorno general que implica los componentes sociales, tecnológicos, económicos, ambientales y políticos / legales dentro de los cuales se encuentra la industria y la organización.

El contexto interno permite identificar la situación interna de la organización o industria, en el cual se revisan estudios, costos, recursos, capacidades, estructura, sistemas, valores, habilidades entre otros.

El modelo planteado por Ken Andrews se desarrolla con el planteamiento de cuatro preguntas para las que la respuesta son insumo para definir una estrategia en la organización o industria.



*Figura 16.* Preguntas para análisis SWOT.  
Fuente: Creación propia, 2018

De acuerdo con Fleisher & Bensoussan (2004) este modelo planteado por Ken Andrews fue complementado con cuatro preguntas adicionales correspondientes que permitieron mejorar el análisis estratégico:



Figura 17. Preguntas clave para la elección de la estrategia.

Fuente: Creación propia, 2018

La metodología planteada por Fleisher & Bensoussan (2004) para obtener el análisis SWOT consiste en los siguientes pasos:

Realizar un análisis detallado para evaluar las estrategias existentes y futuras posibles. Este análisis implica enumerar y evaluar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de la industria.

- Una vez listados se deben clasificar las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas, en las cuestiones externas e internas, la importancia de mayor a menor. Por lo cual se deben definir criterios claros de valoración de importancia para así quien toma la decisión en la valoración comprenda de manera clara la base la cual se priorizaron estos problemas.

---

- Debilidades: Una debilidad es una limitación, falla o defecto que puede existir en la organización o industria la cual impide que se alcancen los objetivos. Es lo que una organización hace mal o donde tiene capacidades o recursos inferiores en comparación con la competencia

- Oportunidades: Una oportunidad es la situación o prospectiva favorable en el entorno de la organización o industria la cual respaldar la demanda de un producto o servicio y permitir mejorar la posición competitiva.
- Fortalezas: La fortaleza hace que una organización o industria sea más competitiva en el mercado. Son los recursos o capacidades que la organización o industria posee que pueden usarse efectivamente para alcanzar sus objetivos de desempeño.
- Amenazas: una amenaza es la situación desfavorable, tendencia o cambio que obstaculiza el entorno de una organización o industria. Son las barreras, restricciones o cualquier cosa que pueda infligir problemas, daños, daños o lesiones a la organización o industria.
- Ubicar en los cuadrantes definidos en la matriz SWOT las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas y asignar a cada una de ellas la asociación a el análisis PESTEL (Político, Económico, Social, Tecnológico, Ecológico y Legal) es una herramienta que permite complementar el análisis de la situación de la industria y así tener el potencial del mercado.

P POLÍTICO	E ECONÓMICO	S SOCIAL
Se verifica cuales factores inciden en la industria asociado a definición de políticas y normativas a nivel nacional e internacional que favorezcan o desfavorezcan las misma.	Se verifica que factores pueden afectar o favorecer el desarrollo de la industria a nivel económico cómo PIB, impuestos, tasas, costos, apertura económica, entre otros	Se verifica que factores pueden afectar o favorecer el desarrollo de la industria teniendo en cuenta las partes interesadas y sociedad en general.
T TENCOLÓGICO	Ec ECOLÓGICO	L LEGAL
Se verifica que factores pueden afectar o favorecer el desarrollo de la industria teniendo en cuenta el desarrollo en innovación, investigación, conversión tecnológica nuevas tecnologías, nuevas maquinarias o equipos.	Se verifica que factores pueden afectar o favorecer el desarrollo de la industria teniendo en cuenta la identificación de aspectos ambientales y evaluación de impactos ambientales positivos y negativos.	Se verifica que factores pueden afectar o favorecer el desarrollo de la industria teniendo en cuenta leyes, decretos, resoluciones vigentes, licencias a obtener entre otros.

Una vez identificado el factor del PESTEL asociado y ubicados en los cuadrantes del DOFA, se procede a identificar la estrategia de la industria u organización teniendo en cuenta las

capacidades internas y su entorno externo. Este paso permite indicar el grado de cambio estratégico necesario donde en cuatro escenarios se harán evidentes los problemas estratégicos identificados. Los escenarios que se identifican son: Cuadrante 1: fortalezas internas combinadas con oportunidades externas, Cuadrante 2: Debilidades internas relativas a oportunidades externas, Cuadrante 3: Fortalezas internas combinadas con amenazas externas y Cuadrante 4: Debilidades internas relativas a amenazas externas. En el Anexo 17 aparece la Matriz SWOT.

Posterior a la definición de las estrategias posibles se procede a aplicar el método de matriz de interacción con el fin de gestionar la complejidad de las cuestiones internas y externas listadas en la matriz SWOT. De acuerdo con Fleisher & Bensoussan (2004) esta metodología fue planteada por Weirich donde se realiza la combinación de las interrelaciones entre los diferentes cuadrantes y así poder evaluar las opciones estratégicas en el rango del cuadrante. En esta metodología se debe realizar la calificación de la coincidencia fuerte o débil entre fortalezas y oportunidades, debilidades y oportunidades, fortalezas y amenazas y debilidades y amenazas donde se realiza una asignación del signo (+) indicando una coincidencia fuerte entre los elementos analizados y el número cero (0) indicando una coincidencia débil o inexistente entre los mismos.

Posterior a ello se realiza la sumatoria horizontal de las coincidencias fuertes (+) en cada uno de los cuadrantes. Lo cual permite identificar a través de la matriz los problemas estratégicos en los que las fortalezas y las debilidades de la organización o industria podrían combinarse de forma potencial con las oportunidades en el entorno externo; las fortalezas y debilidades de la organización o industria podrían combinarse de forma potencial con las amenazas en el entorno

externo y así poder comparar en cada cuadrante la estrategia más relevante para tener en cuenta.

En el Anexo 18, Tabla 13 está la Matriz de interacción.

Posterior al desarrollo de la matriz de interacción, se procede a realizar la valoración de la existencia de una ventaja competitiva sostenible utilizando la matriz VRIO metodología propuesta por Barney (1991), donde estas fortalezas se clasifican como recursos o capacidades e identificando la existencia o no de la ventaja competitiva teniendo en cuenta cuatro factores asociados a responder si el recurso o capacidad es: a) ¿Valioso para el cliente? b) ¿Está en manos de pocos? ¿Es raro? c) ¿Es difícil de imitar? ¿A mi competencia le costaría mucho imitarlo? d) ¿Estamos organizados para explotarlo?

El Anexo 19 contiene la Matriz VRIO

## **5.2 Identificación de stakeholders**

Los stakeholders son los actores sociales o las partes interesadas que se ven involucradas en una industria u organización ya que los mismos pueden tener intereses, derechos o reclamaciones que les beneficien o afecten en el desarrollo de la industria. Por esto, es importante que el desarrollo de una industria no solo se base en los intereses de los socios o accionistas sino que se analicen las necesidades y expectativas e intereses y beneficios de los actores y así se puede llegar a obtener una legitimidad de la industria u organización.

Las partes interesadas se clasifican en internas y externas, las internas son aquellas que permiten operativizar las actividades internas de la organización o industria mientras que las externas son aquellas que tienen capacidades de regular las actuaciones de la organización o industria como lo es el gobierno y los entes reguladores.

- En línea con lo anterior y con el fin de poder realizar una adecuada identificación de los stakeholders para la industria de biopolímeros basado en almidón de papa en Colombia, se



propone abordar la metodología planteada por Lens Network (s.f.), en la cual se propone una herramienta que permite identificar cuáles son las motivaciones o intereses y los beneficios de los diferentes actores para así involucrarse en un sistema sostenible que genere beneficios ambientales, sociales, éticos y económicos. Esta metodología consiste en desarrollar las actividades que se encuentran listadas en la Tabla 16. motivación y sostenibilidad de los stakeholders y donde el detalle del desarrollo de esta se encuentra descrita en el Anexo 20. Lista de verificación de sostenibilidad ambiental y socioética.

Tabla 16. *Motivación y sostenibilidad de los stakeholders*

Actor	Motivación	Contribución	Beneficios ambientales	Beneficios Socio éticos	Beneficios económicos
-------	------------	--------------	------------------------	-------------------------	-----------------------

Fuente: Creación propia, 2018

### 5.3 Gestión del Riesgo

Cuando se habla de riesgo se asocia a la probabilidad de que ocurra un evento que genere un impacto negativo por la exposición a un peligro, donde siempre existe una incertidumbre la ocurrencia o no del evento. De acuerdo con ICONTEC en la norma técnica colombiana ISO 31000:2018 el riesgo se define como el efecto de la incertidumbre sobre los objetivos, donde el efecto es la desviación que se puede presentar sobre algo que ya se conoce el cual puede ser positivo, negativo o ambos y crea oportunidades o amenazas. Los objetivos presentan aspectos como el financiero, seguridad, salud, ambiental entre otros, para este análisis se abordarán principalmente objetivos ambientales aplicados un nivel estratégico en el proyecto para el desarrollo de productos de biopolímeros basados en residuos de almidón de papa.

La metodología de la Norma Técnica Colombiana ISO 31001:2011 (ICONTEC, 2011) tiene como objetivo plantear las directrices para que cualquier organización pueda realizar la adecuada identificación, valoración, determinación de controles, evaluación y seguimiento a los

riesgos basándose en la creación y protección del valor donde se definen ocho principios centrales que son el fundamento para hacer la adecuada gestión del riesgo y que permitirán gestionar los efectos en la incertidumbre para alcanzar los objetivos planificados. Para el proceso se aplica adaptándolo a los objetivos trazados donde toma mayor relevancia en la toma de decisiones, integración de todos los procesos y aplicación en niveles estratégicos, operativos y en proyectos.

El Anexo 21 presenta el Modelo gestión del riesgo basado en ISO 31001:2011

**5.3.1 Definición del contexto.** De acuerdo con la ISO 31010 en la gestión de riesgos es relevante identificar cuáles serán los parámetros para realizar una adecuada identificación de riesgos, donde se definen los objetivos para evaluar el riesgo y los criterios de riesgos. Asociado a lo descrito anteriormente con el análisis SWOT el contexto en este punto también debe identificarse a nivel interno y a nivel externo donde en este último se debe considerar las partes interesadas. De igual manera se define el alcance de la identificación de los riesgos teniendo en cuenta las actividades, la aplicabilidad, límites, procesos, tiempos y ubicación. Por último, se define de manera clara los criterios que se tendrán en cuenta asociados al riesgo donde se incluyen consecuencia, probabilidad, nivel de riesgo, tratamiento del riesgo, aceptabilidad del riesgo, basados en fuentes de información como requisitos legales, criterios de la industria, procesos, entre otras.

**5.3.2 Evaluación del riesgo.** El objetivo principal de realizar la valoración del riesgo es con el fin de ser un apoyo para tomar decisiones donde se podría decidir no hacerlo, definir opciones para tratar el riesgo, realizar análisis adicionales, mantener los controles actuales o reconsiderar los objetivos. La valoración del riesgo contempla la identificación, el análisis y la valoración del riesgo.

**5.3.2.1 Identificación del riesgo.** De acuerdo con ISO 31010, la identificación del riesgo es el proceso con el que se descubren, reconocen y registran los riesgos. En esta fase es importante determinar que situaciones afectarán el cumplimiento del objetivo planteado por la organización o la industria. Posterior a esto se identificarán los controles que en la actualidad se tienen para que el riesgo no se materialice.

En la identificación de riesgos se pueden realizar metodologías como métodos basados en evidencias, enfoques sistemáticos de equipo, HAZOP, lluvia de ideas, Delphi, entre otros.

Para la aplicación de este trabajo se plantea trabajar con la metodología de lluvia de ideas planteada en el anexo B técnicas de evaluación del riesgo de la norma ISO 31010: 2013 (ICONTEC, 2013), donde se especifica el detalle de cómo llevar a cabo de manera adecuada la tormenta de ideas.

**5.3.2.2 Análisis del riesgo.** El riesgo identificado debe analizarse para lograr su comprensión, ya que al comprenderlo permite realizar la evaluación y definir planes para toma de decisiones acertadas.

Dentro del análisis del riesgo se incluye la identificación de las causas que pueden generar el riesgo, las consecuencias si el riesgo se llega a materializar y la probabilidad de ocurrencia de este.

Para definir los controles existentes es importante preguntarse: ¿Existen controles para este riesgo? ¿estos controles que existen tratan de manera adecuada este riesgo y lo pueden llevar a un nivel tolerable? ¿estos controles funcionan? ¿estos controles son eficaces cuándo se aplican?

Al analizar la consecuencia que se puede presentar al materializarse el riesgo se debe considerar los controles existentes identificados, relacionarlas con el objetivo inicial, identificar tanto la consecuencia inmediata cómo las posterior a la ocurrencia del evento y las consecuencias

que pueden ser secundarias que impactar otros sistemas, organización, actividades y partes interesadas.

**5.3.2.3 Evaluación del riesgo.** Después de realizar el análisis de riesgos, se analiza la información disponible para determinar la forma, lugar y tiempo de cómo pueden materializarse los riesgos o potencializarse las oportunidades identificadas, en términos de frecuencia y severidad (probabilidad e impacto). Este análisis de riesgo proporciona datos e información importante para la toma de decisiones relacionadas con la aceptabilidad y priorización de riesgos potenciales, además de apoyar la definición de estrategias para la administración de riesgos, durante la ejecución de los procesos de evaluación y el tratamiento de riesgos.

La metodología planteada para la valoración de los riesgos se basa en lo definido en la norma ISO 31010: 2013 (ICONTEC, 2013), donde se describen las diferentes técnicas y metodologías para aplicar la gestión del riesgo. Para el cálculo de la probabilidad se utilizan diferentes enfoques, para este estudio el enfoque se asocia para tener en cuenta información de situaciones que se presentaron en el pasado en la industria con el fin de poder detectar estos eventos y así poder identificar si existe o no una probabilidad de que ocurran en el futuro. De igual manera se plantean en esta norma diferentes metodologías para realizar la valoración del riesgo, dentro de las cuales se considera más aplicable el uso de la metodología matriz de consecuencia probabilidad la cual es una matriz de carácter cualitativo distribuido en diferentes rangos donde se califica el nivel de riesgo teniendo en cuenta el producto de la probabilidad con el impacto o severidad de la materialización del riesgo y se puede aplicar asociándola al contexto en el cual se requiere analizar el riesgo. Dentro de la utilidad que puede proporcionar esta matriz se identifica que permitirá que la industria u organización pueda comprender los niveles de la clasificación cualitativa del riesgo identificado.

De acuerdo con ISO 31010 (ICONTEC, 2013) La matriz de consecuencia y probabilidad tiene como información de entrada escalas de diferentes puntajes los cuales se han definido y personalizado de acuerdo con el contexto de análisis y la matriz que realiza la combinación de la probabilidad con la consecuencia. Es importante tener en cuenta que al definir la escala de la consecuencia se pueden abordar tipos de consecuencia asociados a costos, tiempos, beneficios ambientales, seguridad, salud, entre otros elementos. Para la probabilidad es importante definir escalas que no sean ambiguas, adaptada al contexto a estudiar y teniendo en cuenta que: “la probabilidad más baja debe ser aceptable para la consecuencia más alta definida, en caso contrario todas las actividades con la consecuencia más alta se definen como intolerables” (ICONTEC, 2013, p. 90).

Posterior a la definición de las escalas de probabilidad y consecuencia se integran las mismas con el fin de generar una matriz de clasificación de riesgos por categorías, donde la escala de probabilidad se ubica en la parte vertical y la escala de consecuencia se ubica en la parte horizontal. El producto de la probabilidad y consecuencia se ubica en la matriz, donde entre más alta es la probabilidad de ocurrencia se asignará una mayor importancia y debe tratarse el riesgo oportunamente. Con el fin de realizar una adecuada gestión del riesgo se han creado los mapas de calor de riesgos como una herramienta visual que facilita la identificación del riesgo en caso de que se materialice.

**5.3.3 Tratamiento del riesgo.** Al realizar la evaluación del riesgo, es pertinente plantear opciones que permitan cambiar la probabilidad de ocurrencia del riesgo y sus efectos. Para ello se identifican opciones y estrategias apropiadas para manejar los riesgos identificado categorizando acciones para tratar el riesgo. En la Tabla 17 se puede observar la categorización del tratamiento a realizar a los riesgos acorde a lo definido en la norma ISO 31000.

Tabla 17. *Categorías tratamiento de riesgos*

Evitar	Opción de no proceder con las actividades que tienen la posibilidad de generar riesgo, o modificar sus métodos de realización, siempre y cuando sea posible. Se podrá implementar mediante la utilización de tecnologías, procesos y procedimientos apropiados, cambio de los puntos u oportunidades de control, cambio y/o aumento de los recursos físicos.
Reducir o Mitigar	definir mecanismos de control ya sean manuales y/o automáticos, preventivos o correctivos, que permitan reducir el riesgo a un nivel aceptado, es decir, a nivel residual moderado.
Transferir	consiste en compartir el riesgo con un tercero. Los mecanismos que incluyen este tipo de controles son las pólizas de seguros o transferencia física de datos a lugares más seguros o contratación de terceros expertos.
Asumir o Aceptar	Facultad de tomar la decisión de asumir las consecuencias o impactos que se puedan generar con la materialización de un riesgo plenamente identificado, analizado y valorado dentro de la gestión de riesgos. El asumir el riesgo se puede realizar: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Construyendo un plan de acción</li> <li>- Asociándolo a la estrategia del negocio</li> </ul>

Fuente: Creación propia, 2018

Posterior a la definición del tratamiento a realizar al riesgo se realiza una reevaluación o análisis de riesgo residual para identificar la tolerancia y determinar si se deben definir controles adicionales.

**5.3.4 Monitoreo del riesgo.** Los riesgos identificados, valorados y con controles definidos para cambiar la probabilidad de ocurrencia, se monitorean y se les hace seguimiento permanente con el fin de verificar que se mantienen vigentes y alineados al contexto definido inicialmente y si los controles que se definieron se han implementado de manera eficaz.

## **5.4 Metodología identificación, análisis y valoración del riesgo para la industria de biopolímeros**

La gestión de riesgos en el desarrollo de este proyecto se realizará con base en la aplicación de los siguientes elementos de referencia y lineamientos metodológicos:

- Las condiciones establecidas en la industria para el desarrollo del proceso productivo de biopolímero basados en almidón, así como especificaciones técnicas, procedimientos asociados a la gestión de cada parte del proceso.

- La normatividad legal establecida en Colombia y la aplicable fuera de Colombia para el desarrollo de la industria.

- Análisis del contexto externo e interno (matriz SWOT) en el marco del análisis de la industria.

La metodología definida para el análisis de riesgos y oportunidades para promover la producción de biopolímeros basados en residuos orgánicos relacionados con la producción de papa en Colombia se presenta en la Figura 19.

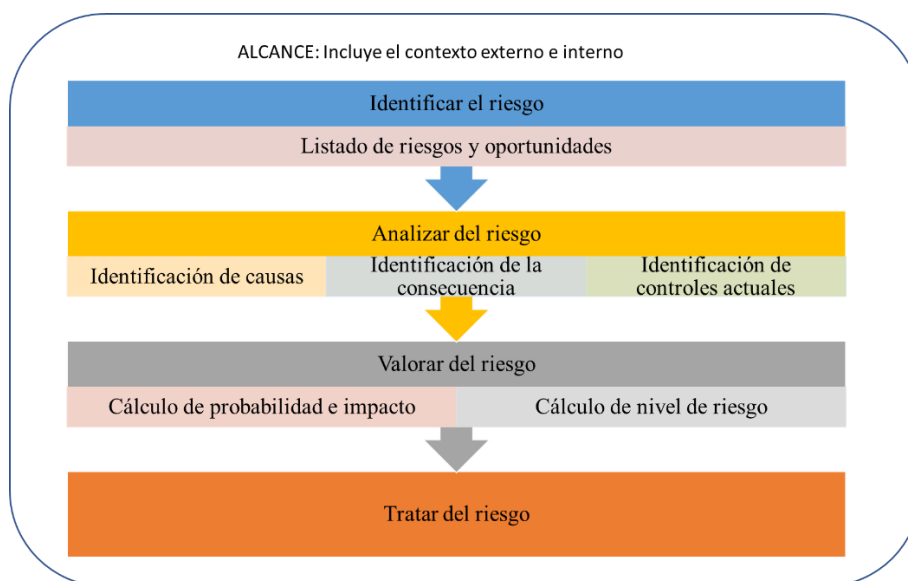


Figura 19. Metodología análisis riesgos y oportunidades.  
Fuente: Creación propia, 2018

### **Paso 1. Diseñar herramienta en Software de hoja de calculo**

### **Paso 2. Definir etapas y actividades del proceso de producción de biopolímeros**

**basados en residuos de almidón de papa.** Identificar las actividades del proyecto a la cual se le va a iniciar la identificación de riesgos respectiva. En este paso se realiza la definición de la

etapa del proceso y las actividades a nivel general que se deben desarrollar para la ejecución de la etapa.

**Paso 3. Generar listado de riesgos y oportunidades.** Una vez identificadas las etapas y actividades que se deben tener en cuenta para el desarrollo del proyecto se definen cuáles son los riesgos u oportunidades asociadas a cada actividad listada. Para el desarrollo de este paso se puede realizar un panel de expertos o de manera independiente realizar una entrevista a cada uno de los actores involucrados en las etapas donde se realice un análisis y concertación entre las partes para definir riesgos u oportunidades. El producto final de este paso es un listado de riesgos y oportunidades.

**Paso 4. Identificar causas y consecuencias.** Se debe realizar la identificación y análisis de las causas que probablemente puedan ocasionar la materialización del riesgo, para ello se utilizará de manera combinada la metodología “lluvia de ideas”. El análisis causal va a ser una ayuda muy importante para poder establecer controles y planes de acción que puedan “anular” las causas vinculadas a un riesgo determinado.

Una vez listados los riesgos con sus causas, se procede a asignar a cada uno de ellos el impacto, efecto o consecuencia que se generaría en caso de que el riesgo o la oportunidad se materialice.

**Paso 5. Definición de controles existentes.** Los controles se definen como las medidas actuales que se están llevando a cabo con el fin de modificar el riesgo y así evitar que el mismo se materialice. En cada uno de los riesgos listados se procederá a listar los controles que existen para mitigar la ocurrencia del evento.

**Paso 6. Calcular la probabilidad.** Para este estudio las categorías definidas para el cálculo de la probabilidad se trabajan de manera cualitativa en una escala de 1 a 5 donde 1 es



casi imposible, 2 es poco probable, 3 es probable, 4 es muy probable y 5 es casi cierto. De igual manera se asocia a cada una de las calificaciones cualitativas una ponderación cuantitativa con el fin de ser más objetivos en la evaluación de la probabilidad asociando a 1 entre el 0% y 5%, 2 el 5% y 25%, 3 el 25% y 60%, 4 el 60% y 85% y 5 el 85% y 100%.

**Paso 7. Calcular la consecuencia (impacto o severidad).** Para realizar el cálculo de la consecuencia (impacto o severidad) se han definido categorías de consecuencias que se pueden generar en el momento de la materialización del riesgo identificado. Donde el impacto o consecuencia negativa se estima de manera cualitativa teniendo en cuenta las siguientes variables: Costo, calidad, daño ambiental, daño reputacional, asuntos legales y regulatorios y daño social o comunitario, a cada una de estas variables se describe en una escala cualitativa el impacto que se podría ocasionar en caso de que el riesgo se llegue a materializar. En la tabla 18. Evaluación impacto se presenta el detalle de las variables y escalas de valoración del impacto donde Extremo/ Muy Alto: 16, Mayor / Alto:8, Moderado: 4, Menor/ Bajo:2, Insignificante :1.

El Anexo 22 contiene la Tabla 18 que explica la evaluación de la probabilidad e impacto de riesgos negativos/amenazas

**Paso 8. Calcular el nivel de riesgo.** Con base en los resultados obtenidos del cálculo de la **Probabilidad (P)** y del **Impacto (I)** realiza el cálculo del factor con el fin de obtener el nivel del Riesgo el cual se ponderará generando un mapa de calor de acuerdo con la siguiente matriz:

Impacto/ Consecuencias Negativo(a)s		1	2	3	4	5
		Casi imposible	Poco probable	Probable	Muy probable	Casi cierta
Extremo/ Muy Alto	16	16	32	48	64	80
Mayor / Alto	8	8	16	24	32	40
Moderado	4	4	8	12	16	20
Menor/ Bajo	2	2	4	6	8	10
Insignificante	1	1	2	3	4	5

Una vez ponderada la probabilidad con el impacto se procede a realizar la clasificación del riesgo acorde a la siguiente Tabla:

Tabla 19. *Clasificación del riesgo*

Puntaje de riesgos posterior al tratamiento	Nivel	Respuesta
20 a 80	Alto	Acción inmediata. Alta prioridad; se requiere de acciones a corto plazo. Seguimiento periódico convenido. Transferir el riesgo a los aseguradores o a terceros. Estudiar posibles alternativas de retención parcial de riesgos.
6 a 16	Medio	Gestión activa o proactiva. Prioridad moderada, se requiere de acciones a mediano plazo. Seguimiento periódico convenido. Evaluar la posibilidad de retener el riesgo, parcial o totalmente.
1 a 5	Bajo	Gestionar rutinariamente. Baja prioridad; quizás no son necesarias acciones adicionales. Requiere de monitoreo anual. Evaluar la posibilidad de retener el riesgo.

Fuente: Creación propia, 2018

**Paso 9. Definir el tratamiento del riesgo.** Una vez evaluado e identificado el nivel de riesgo se realiza la definición del tratamiento a realizar al riesgo definiendo un plan de acción que permita evitar, mitigar, transferir o asumir el riesgo.

## 6 Resultados

### 6.1 Determinación de análisis SWOT: fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas

Teniendo en cuenta la revisión de las dinámicas y tendencias en el mundo asociado a la industria del biopolímero basado en almidón se realizó un análisis del contexto externo. Para el análisis de contexto interno se basó en la información de investigación en Colombia y las percepciones que cada uno de los actores de la cadena productiva entrevistados tienen sobre el potencial desarrollo de esta industria donde se realizó una identificación de la situación actual y las oportunidades y amenazas.

Se realizó un análisis de la información recolectada en las entrevistas y la bibliografía y desarrollos de investigación del tema asociado biopolímeros que permitió identificar los factores considerados críticos los cuales se listaron en la matriz SWOT y se asociaron a cada uno de los elementos de PESTEL dentro de contexto interno o externo y se ubicaron en cada uno de los cuadrantes las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas.

El resultado inicial de esta lluvia de ideas se refleja en el Anexo 23. (Matriz Análisis SWOT), el cual se adjunta en archivo Excel con el nombre: Anexo 23 Resultados Análisis Riesgos y Oportunidades

Posterior al desarrollo de la lluvia de ideas se migra la información a la matriz SWOT diseñada para este análisis donde los resultados se reflejan en un Tabla. Matriz Análisis SWOT. (Ver Anexo 23)

#### **Análisis PESTEL**

- Político: Desde el punto de vista del contexto externo a nivel político se identifica que ya existe una Política global asociada al protocolo global de plásticos, y los lineamientos que surgieron de la cumbre de RIO + 20 donde en la agenda 21 se trazaron iniciativas para minimizar

y reducir consumo de plásticos a nivel mundial. Lo anterior permite potencializar como una oportunidad en la industria del biopolímero basado en residuos de almidón de papa el desarrollo de políticas en Colombia las cuales sean integrales con las políticas globales como el protocolo global de plástico, asociadas a incentivar producción de plásticos basados en biopolímeros naturales que sean biodegradables o compostables.

- **Económico:** Desde el análisis económico se encuentran factores tanto internos como externos que pueden favorecer o desfavorecer la industria del biopolímero basado en residuos de almidón, teniendo en cuenta los factores internos se encuentra una disposición de los productores de papa de la asociación COOINPAVEN del municipio de Ventaquemada en vender la papa de desecho al 50% del valor comercial, también es importante tener en cuenta que ya en Colombia existe una apertura económica en la comercialización de biopolímeros importados y existen recursos del gobierno para impulsar el desarrollo de proyectos sostenibles, sin embargo estos recursos no tiene un gran presupuesto asignado. Hoy en día el biopolímero que se comercializa no cuenta con precios competitivos donde su valor de acuerdo con la información suministrada por IT GREEN es aproximadamente entre 2 y 3 veces el valor del polímero convencional. El valor del almidón de papa nacional que de acuerdo al material suministrado por Almicor en Colombia tiene un precio de \$3000 kilo y el almidón nativo holandés que está en un precio de \$3350 kilo presentaría una ventaja, sin embargo es importante tener en cuenta que en el caso del almidón de papa existe una cadena de intermediarios en la cadena que hace que aumenten los costos de la misma y así aumentarían los costos de producción tanto del almidón como de los biopolímeros y finalmente hoy en día no se ve un apoyo del sector productivo del plástico convencional en el desarrollo y potencialización de una industria del bioplástico lo que se ve reflejado en la ausencia de información y restricciones de ingreso de productos biopoliméricos al

mercado.

- **Social:** Desde el punto de vista social se identifica que existe un factor asociado a que la sociedad no acepte este tipo de productos de biopolímeros por las limitaciones de usos y su resistencia a humedad, tasa de biodegradabilidad y biorenovabilidad; integrado a que si bien se han realizado jornadas de concientización y comunicación sobre los impactos ambientales negativos que hoy en día genera el plástico convencional no es suficiente para generar conciencia y cambios de paradigma de los consumidores del producto actual POLIETILENO sobre los beneficios del consumo de BIOPOLÍMEROS. Por otro lado se potencializa que si esta industria se fortaleciera en Colombia se puede desarrollar una cadena productiva sostenible que aproveche los residuos de la producción de papa para la fabricación del almidón de papa, aprovechando así los residuos no utilizados.

- **Tecnológico:** A nivel tecnológico se identifica que hoy en día existe investigación de productos de biopolímeros basados en almidón de yuca en Colombia donde se ha desarrollado con tecnologías similares a la utilizada en la industria del plástico convencional, sin embargo, está aún en fase de I+D donde se realiza a una escala menor con un foco de desarrollo de producto, aún no se cuenta con desarrollos de ingeniería que permitan potencializar la industrialización y producción a mayor escala de este tipo de productos, sin embargo, de acuerdo a la información suministrada por el grupo CYTBIA y por IT Green este tipo de productos podrían fabricarse con la tecnología que se usa para la producción de polímeros convencionales realizando ajustes a la maquinaria asociadas a temperatura. Respecto a la producción de almidón de acuerdo con las entrevistas realizadas con el productor Almicor existe empresas grandes y pequeñas que procesan la papa para obtener el almidón, en Villapinzon se cuenta con un centro de agregación de valor en el cual se realizará en sitio el procesamiento del almidón de papa

directamente de lo suministrado por los cultivadores. Lo anterior hace que se puedan generar oportunidades asociadas a generar alianzas en investigación conjunta en investigación y desarrollo de producto con gestión ambiental, involucramiento del sector productivo y del gobierno.

- Ecológico: En este factor asociado a la gestión ambiental se resalta la disponibilidad de información asociada a los impactos ambientales y problemática ambiental por la producción y consumo de plástico convencional lo que genera una oportunidad asociada al aporte al crecimiento sostenible en: reducción de la generación de gases de efecto invernadero, suelos, ríos y mares menos contaminados, uso de menos recursos energéticos lo que conlleva a la reducción de los impactos negativos al medio ambiente y el ciclo de vida final de estos biopolímeros basados en almidón como compostaje en sistemas caseros sin requerir de inversiones en maquinaria o equipos.

- Legal: En este factor se encuentra la iniciativa legal en resolución 668 de 2016 sobre la prohibición de circulación de bolsas con tamaño menor a 30x30 centímetros y mayor resistencia a las de mayor tamaño y el Plan de negocios verdes planteado por el ministerio de ambiente.

**Interacción matriz SWOT.** En el anexo 23 Se realizó la combinación de las interrelaciones entre los diferentes cuadrantes donde se evaluaron las opciones estratégicas en el rango de cada uno de los cuadrantes. Donde a cada uno de los factores evaluados debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas se asignaron valores 0 si no se encontraba una coincidencia fuerte y un signo + si se identificaba una coincidencia fuerte. Una vez asignados los valores se realiza la sumatoria horizontal (de izquierda a derecha) y vertical (de arriba hacia abajo) de las coincidencias fuertes, es decir lo calificado con + , para así identificar los factores más relevantes e importantes para poder plantear las estrategias en cada uno de los cuadrantes.

- **Interacción Oportunidades con Debilidades.** En esta interacción se realizó la interacción de 13 oportunidades con 12 debilidades identificadas donde se identificaron las siguientes oportunidades más relevantes teniendo en cuenta que la mayor relevancia tiene una asignación de puntaje de 12 puntos ya que es el número de debilidades identificadas con las cuales se realiza la interacción.

11 puntos - O7: Desarrollo de una cadena productiva sostenible de los productores de papa basados en la economía circular para producción de almidón de papa con residuos de esta.

12 puntos - O9: Alianzas en investigación conjunta en investigación y desarrollo de producto con gestión ambiental, involucramiento del sector productivo y del gobierno.

12 puntos - O12: Aporte al crecimiento sostenible en: reducción de la generación de gases de efecto invernadero, suelos, ríos y mares menos contaminados, uso de menos recursos  
Respecto a las debilidades más relevantes teniendo en cuenta que la mayor relevancia tiene una asignación de puntaje de 13 puntos, se identificaron:

10 puntos - D2: Poco presupuesto para acciones sostenibles, pues se considera que representan un mayor costo

10 puntos - D8: Bajo nivel de ingeniería para alcanzar niveles de industrialización en diseño y desarrollo de biopolímeros basados en almidón  
10 puntos - D9: Investigación enfocada en I&D de producto sin energéticos lo que conlleva a la reducción de los impactos negativos al medio ambiente.

- **Interacción Amenazas con Debilidades.** En esta interacción se realizó la interacción de 6 amenazas con 12 debilidades identificadas donde se identificaron las siguientes amenazas más relevantes teniendo en cuenta que la mayor relevancia tiene una asignación de puntaje de 12 puntos:

11 puntos – A2: Sector productivo de plástico convencional no apoye la iniciativa de este tipo de productos al sentirse amenazada en acabarse

11 puntos – A3: Entrada de biopolímeros basados en almidón de papa importado por otros países a un costo menor que el producido en Colombia

12 puntos – A6: Poca infraestructura y recursos para industrializar los biopolímeros basados en residuos de almidón de papa en Colombia

Respecto a las debilidades más relevantes teniendo en cuenta que la mayor relevancia tiene una asignación de puntaje de 6 puntos, se identificaron:

6 puntos - D8: Bajo nivel de ingeniería para alcanzar niveles de industrialización en diseño y desarrollo de biopolímeros basados en almidón

6 puntos - D9: Investigación enfocada en I&D de producto sin enfoque sistémico incluyendo la gestión ambiental.

• **Interacción Oportunidades con Fortalezas.** En esta interacción se realizó la interacción de 13 oportunidades con 13 fortalezas identificadas donde se identificaron las siguientes oportunidades más relevantes teniendo en cuenta que la mayor relevancia tiene una asignación de puntaje de 13 puntos:

12 puntos – O3: Aumentar la competitividad frente a los polímeros convencionales

12 puntos - O7: Desarrollo de una cadena productiva sostenible de los productores de papa basados en la economía circular para producción de almidón de papa con residuos de esta

12 puntos – O12: Aporte al crecimiento sostenible en: reducción de la generación de gases de efecto invernadero, suelos, ríos y mares menos contaminados, uso de menos recursos energéticos lo que conlleva a la reducción de los impactos negativos al medio ambiente



12 puntos – O13: Los biopolímeros basados en almidón pueden compostarse en sistemas caseros sin requerir gran desarrollo de infraestructura cómo para otro tipo de biopolímeros

Respecto a las fortalezas más relevantes teniendo en cuenta que la mayor relevancia tiene una asignación de puntaje de 13 puntos, se identificaron:

12 puntos – F1. Política global protocolo global de plásticos, agenda 21, RIO +20, otras asociadas a minimizar y reducir consumo de plásticos a nivel mundial

12 puntos – F2: Política nacional de producción y consumo sostenible

13 puntos – F5: Apoyo del gobierno con recursos asociados a impulsar proyectos sostenibles

13 puntos – F8: Crecimiento en investigación y desarrollo para producir localmente biopolímeros basados en almidón.

12 puntos – F13: Plan de negocios verdes planteado por el ministerio de ambiente y estrategia de crecimiento verde del Departamento Nacional de Planeación

• **Interacción Amenazas con Fortalezas.** En esta interacción se realizó la interacción de 6 amenazas con 13 fortalezas identificadas donde se identificaron las siguientes amenazas más relevantes teniendo en cuenta que la mayor relevancia tiene una asignación de puntaje de 13 puntos:

12 puntos - A1: No satisfacer demanda en el mercado por no tener una capacidad de producción de manera rápida asociando costos y rendimiento

12 puntos - A3: Entrada de biopolímeros basados en almidón de papa importado por otros países a un costo menor que el producido en Colombia

11 puntos – A6: Poca infraestructura y recursos para industrializar los biopolímeros basados en residuos de almidón de papa en Colombia

Respecto a las fortalezas más relevantes teniendo en cuenta que la mayor relevancia tiene una asignación de puntaje de 6 puntos, se encontró que de 13 fortalezas 10 de ellas tienen una coincidencia fuerte con las amenazas las cuales se ubicaron con calificación de 5 y 6 puntos, las más relevantes tomadas fueron las que obtuvieron calificación de 6:

6 puntos – F1. Política global protocolo global de plásticos, agenda 21, RIO +20, otras asociadas a minimizar y reducir consumo de plásticos a nivel mundial

6 puntos – F2: Política nacional de producción y consumo sostenible

6 puntos – F5: Apoyo del gobierno con recursos asociados a impulsar proyectos sostenibles

6 puntos – F8: Crecimiento en investigación y desarrollo para producir localmente biopolímeros basados en almidón.

6 puntos – F9: Producción de biopolímeros con la misma tecnología utilizada para la producción de plástico convencional Polietileno

**Matriz VRIO.** Con el fin de determinar si existe o no una ventaja competitiva de la potencial industria del biopolímero basado en residuos de almidón de papa en Colombia, y después de realizar los análisis PESTEL y SWOT que permiten identificar de manera clara el contexto interno y externo de la potencial industria se procedió a analizar sobre las 13 oportunidades identificadas el potencial de competitividad asociado a las preguntas planteadas en el capítulo anterior.

Cómo resultado de este análisis se encontró que para la fortaleza 8 y fortaleza 11 actualmente se cuenta con una ventaja competitiva sostenida y para las fortalezas 3, 5, 9 y 10 se identifica una ventaja competitiva aún por explotar, mientras que para las fortalezas 4,6,12 y 13 existe ventaja competitiva temporal; para las demás no existe ventaja competitiva.

El Anexo 23. contiene la Tabla explicativa de la Matriz VRIO

## 6.2 Análisis de Stakeholders

Dando continuidad al análisis de resultados asociados a la identificación del contexto actual y los actores involucrados en la industria colombiana de biopolímeros basados en residuos de la producción de papa, en el Anexo 23 Matriz de Motivación y sostenibilidad de los stakeholders, se realizó la identificación de los actores que se involucran en el desarrollo de la industria de biopolímeros basada en residuos de almidón de papa en Colombia, se realizó tomando como información base la recopilación de información académica en Colombia y el relacionamiento realizado durante el desarrollo del proyecto con las mismas en contacto por correo electrónico, llamadas telefónicas, entrevistas y reuniones.

- Identificación de la motivación y contribución de cada uno de los actores: Se identifica que las motivaciones de los diferentes actores en la participación de este proyecto son:
  - Desarrollo económico y sostenible reduciendo la problemática ambiental e involucrando a toda la sociedad en el aporte, donde al hablar de toda la sociedad se incluyen cada uno de los sectores productivos que pueden representar las partes interesadas (ACOPLÁSTICOS, FEDEPAPA), la comunidad del municipio de Ventaquemada, los productores de almidón ALMICOR, productores de plásticos (IT GREEN, SUPERPLÁSTICOS),
  - Realizar investigación y desarrollo en la línea asociada a empaques biodegradables en Colombia fomentando el desarrollo a nivel industrial de los mismos
  - Generar soluciones a los problemas ambientales identificados por la contaminación del plástico convencional desde la visión sistémica e integral

Respecto a los aportes y contribuciones que realizaría cada uno de los actores en este proyecto son:

- Desde el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible se encuentra el aporte con la Política de producción más limpia y la Política nacional de producción y consumo sostenible.
- Acoplásticos y Fedepapa generarían el aporte siendo la entidad que puede apoyar con la comunicación al gobierno, sociedad y otras entidades nacionales y extranjeras problemáticas del sector y propuestas de mejora para poder generar una apertura económica en esta nueva industria sin afectar la actual industria de plásticos. Al igual que información estadística que permita toma de decisiones.
- Todos los actores aportarían con la participación proactiva en proyecto sostenible donde se transfiere el conocimiento en investigaciones previas, convenios y relacionamiento de universidad, empresa, estado y sociedad articulados con centros de investigación para desarrollos tecnológicos y de producto, se entrega la papa residuo a un precio menor, los productores de almidón, plásticos y biopolímeros procesan la materia prima y desarrollan pruebas para poder definir niveles de producción de los mismos. Respecto a los consumidores se aportaría con un compromiso de sustitución de plástico convencional de ciclo de vida corta y uso y consumo adecuado y consciente de los productos de biopolímeros basados en almidón de residuo de papa.
  - Identificación de beneficios ambientales, sociales, éticos y económicos: Se aplicó la lista de chequeo de beneficios de sostenibilidad ambiental y socio ética, donde se analizó cada uno de los ítems por actor definido y teniendo en cuenta sus motivaciones e intereses los cuales se analizan por cada uno de los actores en el Anexo 23. Matriz de Motivación y sostenibilidad de los stakeholders.

En relación con los beneficios ambientales se espera lograr que la política de producción y consumo sostenible con producción limpia fortalezca el adecuado manejo de los recursos renovables teniendo disponibles insumos sostenibles basados en residuos de papa y así disminuir

la contaminación por disposición inadecuada de desechos orgánicos (papa dañada que se entierra o se desecha en los ríos y quebradas) y al sustituir el polietileno utilizado para fabricar película de plástico para bolsas por biopolímeros sostenibles y dar continuidad al aumento de la conciencia de la comunidad en general en la importancia de proteger y conservar el medio ambiente involucrando todos los actores.

En relación con los beneficios socio éticos se encuentra la integración de los productores de papa, productores de biopolímero, polímeros y entidades del estado, asociaciones como Fedepapa, Cooinpaven, Acoplásticos, grupos de investigación y universidades como parte de una cadena productiva de la industria de bioplásticos la cual permitirá que los actuales productores de papa, productores de plásticos, y los nuevos productores de biopolímeros logren aportar a la sociedad en general nuevos productos sostenibles que generen empleo, desarrollo y crecimiento del sector e impacten positivamente a nivel social y ambiental.

### **6.3 Análisis de riesgos y oportunidades**

Una vez identificadas las oportunidades y amenazas bajo la metodología SWOT y al tener t la información del contexto externo e interno de la potencial industria de biopolímeros basados en residuos de almidón de papa en Colombia, y teniendo en cuenta las reuniones llevadas a cabo con los principales actores en la cadena como lo son: productores de papa (COOINPAVEN, TESORO NATIVOS), FEDEPAPA con información suministrada por el ingeniero Camilo Niño, Almicor como productor de almidón en Colombia, Química aromática andina como importador de almidón de papa nativa y modificada proveniente de Europa, Quimicoplásticos como empresa que importa los pellets de PLA (basado en almidón de maíz), IT GREEN cómo actual productor de biopolímeros basados en pellets de almidón de maíz importado, Grupo CYTBIA de la Universidad del Cauca desde la línea asociada a bioempaques y Superplásticos MS como

productor de bolsas y comercializador de polietileno y polipropileno de alta y baja densidad; se aplicó la metodología de identificación, valoración de riesgos y determinación de controles la cual permite complementar el análisis SWOT y generar una valoración cualitativa sobre las amenazas identificadas en el análisis SWOT.

Una vez realizado el análisis de riesgos bajo la metodología propuesta los resultados obtenidos son:

**Paso 1. Diseñar herramienta en Software de hoja de cálculo.** Se realizó el diseño de una herramienta que permitiera interconectar los resultados del análisis SWOT con la definición de etapas, actividades, riesgos, contexto interno, contexto externo y partes interesadas en la fase identificación del riesgo; posterior se incluyeron las fases de análisis de riesgo, evaluación inicial y tratamiento del riesgo.

La herramienta se encuentra en el Anexo 23. Matriz de evaluación Integral de los Riesgos la cual se encuentra construida bajo el programa Excel de manera dinámica de tal manera que bajo listas se seleccionara los ítems a trabajar y así se facilite la interacción con la misma.

**Paso 2. Definir etapas y actividades del proceso de producción de biopolímeros basados en residuos de almidón de papa.** En las reuniones con los diferentes actores realizadas durante el transcurso de este proyecto se realizó una explicación del objetivo del proyecto, las actividades realizadas en el mismo y los resultados asociados a el análisis de contexto interno y externo para que con cada uno de ellos en el eslabón o parte de la cadena se realizará la identificación de las etapas principales asociadas a la creación de la industria de biopolímeros basados en residuos de almidón de papa, donde en el Anexo 23. Matriz de evaluación Integral de los Riesgos se diligenciaron las columnas: Etapa - Actividad asociada.

Como resultado se identificaron cinco etapas y siete actividades las cuales se presentan a continuación:

Etapa	Actividad asociada
Adquisición de papa desecho	Adquisición de papa desecho
Obtención de materia prima	Procesamiento de papa desecho para obtención de almidón
Obtención de biopolímero	Procesamiento de biopolímero con almidón de residuos de papa
Comercialización del biopolímero	Mercadeo
	Comercialización
General	Cumplimiento legal
	Gestión ambiental
	Gestión ambiental

**Paso 3. Generar listado de riesgos y oportunidades.** Una vez identificadas las etapas y actividades en el Anexo 23 Matriz de evaluación Integral de los Riesgos se diligenciaron las columnas: Descripción del Riesgo - Interno/ Externo - Elemento Matriz SWOT asociado - Parte Interesada asociada. Como resultado de este paso de la metodología realizada con los actores se identificó un listado de 13 riesgos los cuales se asocian a la industria de biopolímeros.

Tabla 21. 13 riesgos asociados a la industria de biopolímeros

Interno/ Externo	Elemento Matriz SWOT asociado	Descripción del Riesgo
Interno	Amenaza (A) No satisfacer demanda en el mercado por no tener una capacidad de producción de manera rápida asociando costos y rendimiento	Abastecimiento insuficiente de papa desecho por parte de productores de papa
		Abastecimiento insuficiente de papa desecho por no diversificar los aliados proveedores Insuficiente contenido (calidad y cantidad) de almidón de la papa desecho adquirida Sobrecosto en procesamiento de almidón por cantidad insuficiente del mismo
Interno	Amenaza (A) Baja inversión de capital para establecer una unidad de producción industrial.	Procesos de producción ineficientes y con obsolescencia Sobrecosto en procesamiento del biopolímero por error en pronósticos de ventas (oferta vs demanda)
Externo	Oportunidad (Op) Alianzas en investigación conjunta en investigación y desarrollo de producto con gestión ambiental, involucramiento del sector productivo y del gobierno	No obtener el biopolímero para película (bolsas) por no contar con información adecuada en investigación y desarrollo de producto, tecnológico, ingeniería y política pública

Interno/ Externo		Elemento Matriz SWOT asociado	Descripción del Riesgo
Interno	Amenaza (A)	Poca infraestructura y recursos para industrializar los biopolímeros basados en residuos de almidón de papa en Colombia	Procesos de producción ineficientes y maquinaria poco tecnificada Pérdidas económicas por cambios en legislación ambiental que no favorezcan la industria de biopolímeros
Externo	Amenaza (A)	Sector productivo de plástico convencional no apoya la iniciativa de este tipo de productos al sentirse amenazada en acabarse	Pérdidas económicas por restricciones que se impongan para salir al mercado generadas por competidor
Externo	Amenaza (A)	Entrada de biopolímeros basados en almidón de papa importado por otros países a un costo menor que el producido en Colombia	Pérdida de mercado por no mantener precios competitivos respecto a los de competidores que importan biopolímeros
Interno	Oportunidad (Op)	Aporte al crecimiento sostenible en: reducción de la generación de gases de efecto invernadero, suelos, ríos y mares menos contaminados, uso de menos recursos energéticos lo que conlleva a la reducción de los impactos negativos al medio ambiente	Identificación y valoración inadecuada de aspectos e impactos ambientales en el proceso de producción de almidón y biopolímeros Inadecuado o ausencia de seguimiento a los controles definidos para mitigar los impactos ambientales que se generen en el proceso de producción de almidón y biopolímeros

Fuente: Creación propia, 2018

**Paso 4. Identificar causas y consecuencias.** Una vez identificados los riesgos asociados a la amenaza u oportunidad identificada en el análisis SWOT, se realiza el análisis de causas teniendo en cuenta la información recolectada en las entrevistas y la bibliografía y desarrollos de investigación. En el Anexo 23. Matriz de evaluación Integral de los Riesgos se diligenciaron las columnas: Causa Raíz - Efecto o Consecuencia. Es importante tener en cuenta que a cada causa se le asigna el impacto el cual es el efecto o consecuencia de que el riesgo se materialice. El resultado de esta identificación es el que muestra el Anexo 25.

**Paso 5. Definición de controles existentes.** De acuerdo a la metodología definida en el capítulo anterior, cuando se realiza el análisis de riesgos se deben tener en cuenta los controles actuales para que los riesgos no se materialicen o se minimice su impacto, al identificar que en Colombia no existe una industria de Biopolímeros basados en residuos de almidón de papa y solo se han desarrollado iniciativas asociadas a investigación y desarrollo a nivel académico no



se identifican controles actuales para mitigar los riesgos y causas que se identificaron en el paso 4 de esta metodología.

**Paso 6 - 7 - 8. Calcular la probabilidad, consecuencia y nivel de riesgo.** Para cada uno de los riesgos definidos y asociado a las causas con el impacto o consecuencia descrita se realizó el análisis cualitativo en el cual bajo la metodología definida se realizó la valoración de la probabilidad y la consecuencia para así al final obtener el resultado del nivel de riesgo en el cual se encuentra cada uno de los riesgos identificados. En el anexo 23. Matriz de evaluación Integral de los Riesgos se puede ver el detalle de la valoración de cada uno de los riesgos. Como resultado final de la valoración de los riesgos se encontró un mapa de calor donde en cada casilla se coloca la inicial del riesgo R1 hasta R13 acorde a los riesgos listados en el paso anterior.

		Probabilidad				
		Casi imposible	Poco probable	Probable	Muy probable	Casi cierta
		1	2	3	4	5
Impacto/	Extremo/ Muy Alto	16		R2, R3, R9	R6	R10
	Mayor / Alto	8	R12	R1, R13		
	Moderado	4		R4, R5, R7, R8, R11		
	Menor/ Bajo	2				
	Insignificante	1				

Acorde a la ponderación realizada de la probabilidad con el impacto identifica que para la clasificación de los riesgos se debe dar respuesta de la siguiente manera:

**Alto:** Prioridad alta por lo cual se deben definir acciones inmediatas y a corto plazo donde se definan alternativas de retención parcial del riesgo

- R2 Abastecimiento insuficiente de papa desecho por no diversificar los aliados proveedores
- R3 Insuficiente contenido (calidad y cantidad) de almidón de la papa desecho adquirida
- R6 No obtener el biopolímero para película (bolsas) por no contar con información adecuada en investigación y desarrollo de producto, tecnológico, ingeniería y política pública
- R9 Pérdidas económicas por restricciones que se impongan para salir al mercado generadas por competidor

R10 Pérdida de mercado por no mantener precios competitivos respecto a los de competidores que importan biopolímeros

Medio: Prioridad media por lo cual se deben definir acciones a mediano plazo con seguimiento periódico y evaluar posibilidad de retención parcial o total del riesgo

- R1 Abastecimiento insuficiente de papa desecho por parte de productores de papa aliados COOINPAVEN
- R12 Identificación y valoración inadecuada de aspectos e impactos ambientales en el proceso de producción de almidón y biopolímeros
- R13 Inadecuado o ausencia de seguimiento a los controles definidos para mitigar los impactos ambientales que se generen en el proceso de producción de almidón y biopolímeros
- R4 Sobrecosto en procesamiento de almidón por cantidad insuficiente del mismo
- R5 Procesos de producción ineficientes y con obsolescencia
- R7 Sobrecosto en procesamiento del biopolímero por error en pronósticos de ventas (oferta vs demanda)
- R8 Procesos de producción ineficientes y maquinaria poco tecnificada
- R11 Pérdidas económicas por cambios en legislación ambiental que no favorezcan la industria de biopolímeros

**Paso 9. Definir el tratamiento del riesgo.** Una vez evaluado e identificado el nivel de riesgo se realizó la definición del tratamiento a realizar al riesgo definiendo el plan de acción que permita evitar, mitigar, transferir o asumir el riesgo. Cada uno de los riesgos con sus causas son analizados y en el Anexo 23. Matriz de evaluación Integral de los Riesgos se reflejan los resultados de la acción a tomar y la sugerencia del Tratamiento o control a implementar (Acciones de respuesta).

Para los riesgos R1, R2, R3, R4 se define como acción a tomar el asumir el riesgo y para los riesgos R7, R12 y R13 se define mitigar el riesgo; la estrategia del negocio o industria y como tratamiento por implementar para generar una acción de respuesta para los riesgos listados anteriormente se plantea el diseño de un modelo de cadena de abastecimiento que sea sostenible por medio de la participación de todos los actores que se pueden involucrar en la misma trabajando de manera conjunta hacia la mínima generación de residuos y emisiones sin aumentar costos de producción ni afectar a la sociedad.

Para los riesgos R5 y R8 se define como acción a tomar mitigar el riesgo creando una red articulada que permita fortalecer la actual cadena productiva incluyendo el relacionamiento de la universidad, empresa, estado y sociedad con el fin de potencializar la inversión de la empresa privada y del estado para que en el proceso productivo se pueda trabajar con tecnologías verdes y no obsoletas que reduzcan impactos negativos al ambiente.

Para el riesgo R6 se define como acción a tomar mitigar el riesgo dando continuidad a la investigación y desarrollo en la línea asociada a empaques biodegradables en Colombia fomentando el desarrollo a nivel industrial de los mismos de manera articulada donde los centros de investigación y universidades de Colombia que lo vienen haciendo se unan en un solo proyecto que genere desarrollo.

Para los riesgos R9, R10 y R11 se define como acción evitar el riesgo creando un modelo productivo en el cual se logren integrar los productores de biopolímero y polímeros como parte de una cadena productiva de la industria de bioplásticos la cual permitirá que los actuales productores de plásticos se diversifiquen y saquen al mercado productos sostenibles (R9) y exponer ante el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible y otra entidades públicas las oportunidades y beneficios de la industria del bioplástico puede generar de tal manera que puedan realizar un análisis de beneficios económicos y tributarios por iniciativas asociadas a protección y conservación del ambiente generando restricciones a nuevos entrantes (importaciones) para potencializar la producción nacional (R10, R11).

#### **6.4 Elaboración de biopolímeros Método de Casting**

Teniendo en cuenta que en la información encontrada y en las investigaciones realizadas en Colombia se encuentran pruebas en las cuales se puede obtener películas de biopolímeros a una escala pequeña, en laboratorio u hogar utilizado el método de casting el cual consiste en realizar

el vaciado de una mezcla en un molde, se realizan pruebas que permitan comprobar que en las formulaciones encontradas en la literatura internacional al aplicarlas utilizando productos locales se puede obtener el biopolímero de almidón y al realizar alguna variación de las mismas genera cambios en las propiedad del biopolímero obtenido las cuales se verifican de manera cualitativa y por medio de observación.

**6.4.1 Muestra.** Se realizó la adquisición de 50 kilos de almidón de papa proveniente del municipio de Chocontá, Cundinamarca el cual fue procesado por la empresa Almicor.

Esta muestra es seleccionada teniendo en cuenta que en el análisis realizado sobre empresas productoras de almidón es escasa y la única empresa que suministra almidón de papa nacional y de municipios cercanos al área de estudio es la empresa Almicor. El almidón entregado es de papa en buen estado y no de papa desecho, ya que para poder realizar las muestra con papa de desecho se requería mínimo entregar 1 tonelada de papa de desecho para procesar. Además de esto, se tiene la hipótesis que la variación en el tipo de papa de acuerdo con lo especificado en el aparte 3.2.9 de este documento asociado a las características del almidón de algunas variedades de papa (buen estado o desecho) no afecta las características del almidón sino la cantidad que puede producirse a partir de estas.

**6.4.2 Variables independientes.** Las variables independientes para el desarrollo de este ensayo son masa (almidón de papa), volumen (glicerina o ácido acético) y temperatura (durante el proceso).

**6.4.3 Variables dependientes** Estas variables se miden una vez obtenido el biopolímero, para este ensayo no se realizó el análisis de estas variables teniendo en cuenta que dentro de la literatura encontrada ya se han realizado diferentes tipos de ensayos y se cuenta con la información asociada. Sin embargo, se realizó un acercamiento con la universidad del cauca para

el análisis de la muestra el cual por costos asociados no se pudo realizar.

Las variables dependientes que recomiendan verificar son: humedad, flexibilidad, dureza y densidad.

**6.4.4 Materiales.** Para el desarrollo de este ensayo se utilizó como material base la investigación científica encontrada en las diferentes bases de datos donde por el método de CASTING se realiza de manera casera este tipo de pruebas y ensayos para obtener biopolímeros.

Los reactivos utilizados para el desarrollo de este ensayo fueron: almidón de papa, agua destilada, glicerina, bicarbonato de sodio y ácido acético.

Los materiales utilizados para este ensayo fueron: Termohigrómetro digital, termómetro análogo -10 a 250 grados centígrados, estufa, vaso de precipitados de 250 ml y de 50 ml, agitador de vidrio, moldes

**6.4.5 Procedimiento de obtención del biopolímero.** El desarrollo del proceso para obtener el biopolímero se basó en lo descrito en el documento Thermoplastic Starch - Potato Plastic (Locking Group, s.f.), para el cual se realizaron 3 pruebas generando algunas variaciones al proceso descrito en el mismo.

Para la prueba 2 realizada el día 14 de mayo de 2018 se obtuvieron mejores resultados de la obtención de la película de biopolímero basada en almidón de papa, por lo para la misma se describe el procedimiento aplicado.

- En el vaso de precipitados de 250 ml se colocaron 250 ml de agua destilada.
- En el vaso de precipitados de 250 ml se colocaron 15 gramos de almidón de papa (los mismos no fueron necesario pesar, ya que se realizó la conversión de unidades donde se agregaron aproximadamente 26,32 ml en el vaso de precipitados el cual trae la medida en esta unidad).

- En el vaso de precipitados de 250 ml el cual ya contiene la mezcla inicial se agregaron 5 ml de glicerina. La solución se mezcla y comienza a opacarse.

- En el vaso de precipitados de 50 ml que está disponible se colocaron 30 ml de agua y 2,5 gramos de bicarbonato de sodio (los mismos no fueron necesario pesar, ya que se realizó la conversión de unidades donde se agregaron aproximadamente 4,39 ml en el vaso de precipitados el cual trae la medida en esta unidad).

- Se pone a hervir agua en la estufa (gas natural).
- En un recipiente de teflón se coloca la mezcla que se tiene en el vaso de precipitados de 250 ml.

- Se ubicó el recipiente de teflón en la olla que tiene el agua hervida con el cuidado que no ingresara agua a la mezcla (realizando calentamiento baño maría)

- Se realizó la medición de temperatura inicial del proceso de cocción la cual fue de 90 grados centígrados.

- Se revuelve la mezcla por un tiempo entre 9 a 10 minutos, y se comienza a observar que la mezcla espesa y se vuelve un poco transparente.

- Se agrega la solución de agua destilada con bicarbonato de sodio que se tiene en el vaso de precipitación de 50 ml y se revuelve durante 2 minutos.

- Se saca la mezcla de la estufa
- Se vierte la mezcla en tres tipos de moldes: bandeja plástica, molde de cuchara y molde de cubos.

- Se tomó la temperatura ambiente 16,8 grados centígrados

- Se hace seguimiento diario durante 7 días continuos verificando estado de la mezcla y secado de la misma de manera cualitativa.

- En el día 7 se retira la película de polímero de los moldes, las demás muestras de molde de cuchara, cubo y vaso se mantienen pues no han secado en su totalidad.

Para la prueba 1 realizada el día 28 de marzo de 2018 se realizó con las mismas cantidades de reactivos descritos en el documento Thermoplastic Starch - Potato Plastic, las variaciones realizadas al mismo se asociaron al uso de la placa caliente y manejo de temperatura.

Para la prueba 3 realizada el día 14 de marzo de 2018 se realizó cómo se describe el procedimiento para la prueba 1, realizando variación en los reactivos así:

- En el vaso de precipitados de 250 ml se colocaron 15 gramos de almidón de papa (los mismos no fueron necesario pesar, ya que se realizó la conversión de unidades donde se agregaron aproximadamente 26,32 ml en el vaso de precipitados el cual trae la medida en esta unidad).

- En el vaso de precipitados de 250 ml el cual ya contiene la mezcla inicial se agregaron 10 ml de ácido acético.

En esta prueba se resalta que la temperatura del agua baño maría se encuentra a 90 grados centígrados y la temperatura de la mezcla 55 grados aumentando 2 grados respecto a la mezcla de la prueba número 2. En esta prueba se genera una gelatinización en un tiempo de 5 minutos se gelatiniza mientras que en la prueba 2 ocurrió a los 9 minutos. Al agregarse el bicarbonato se genera una reacción química con una duración de aproximadamente 20 segundos, generando la expulsión de gas, después de ello se estabiliza la mezcla y se deja 120 segundos. Posterior a ello se vierte en moldes donde se observa una textura pegajosa respecto a la prueba 2 que no es pegajosa y se percibe un olor muy fuerte del ácido acético el cual permanece en la muestra del biopolímero durante los 12 días de observación.

En el Anexo 26. Resultados obtención de biopolímero de almidón de papa, se encuentra la información y fotos de los resultados de cada una de las pruebas realizadas.



## 7. Discusión

De acuerdo a los resultados de este estudio, se ha identificado que existen varios puntos en los que algunos casos a nivel mundial cuentan con gobiernos, instituciones y empresas que se encuentran trabajando de manera conjunta en investigación, diseño y desarrollo de producto y tecnologías con el fin de potencializar la industrialización de biopolímeros basados en almidón y otros materiales que puedan ser parte de la solución a la problemática ambiental global por el consumo de polímeros convencionales.

Las investigaciones y desarrollos en el mundo se han convertido en una realidad al estar en fase de industrialización, comercialización y exportación a otros países de productos biopoliméricos basados en almidón de papa.

De igual manera en el mundo se han realizado desarrollos y avances científicos y tecnológicos, que han generado planteamientos de políticas públicas donde se han creado normas en las cuales se prohíbe el consumo de plástico convencional, se generan incentivos a la empresa privada para que trabajen en el desarrollo de productos que sustituyan el uso de polímeros convencionales y existe una cultura donde la sociedad es consciente de la importancia de proteger y conservar el medio ambiente utilizando empaques que sean amigables con el ambiente y mitiguen el impacto que hoy en día se genera por el consumo de polímeros convencionales.

Aún continúa la investigación y desarrollo de biopolímeros basados en almidón, ya que estos materiales presentan restricciones de uso en diversas aplicaciones al no cumplir con requisitos asociados a las propiedades físico-mecánicas que hoy en día tienen los polímeros convencionales. Sin embargo, los materiales que se han desarrollado son competitivos gracias a la facilidad de producción y los precios asequibles, lo que hace que cada vez se encuentren más instituciones de investigación, universidades y empresas privadas analizando este tipo de

productos y a un mediano plazo, puede verse como una ventaja competitiva si se da continuidad a la investigación y desarrollo donde se involucre el adecuado análisis de ciclo de vida del producto, el desarrollo de procesos de producción sostenibles donde se puedan generar reemplazos de combustibles fósiles para la energía usada por las máquinas de estos procesos y evitar que se vea afectada la seguridad alimentaria al generar una producción en masa desplazando cultivos de alimentos y repitiendo la historia de la primera generación de los biocombustibles.

En Colombia existe una política nacional de producción y consumo sostenible, sin embargo, ni esta política ni las regulaciones actuales (leyes, decretos, resoluciones) cuentan con un alcance asociado a la prohibición del uso de bolsas plásticas incentivando a su sustitución por bolsas realizadas con materiales biodegradables que tengan en cuenta el ciclo de vida del producto desde la cuna hasta la cuna, reduciendo el alto impacto ambiental generado y upcycling.

A nivel de investigación y desarrollo en Colombia, se identifica un importante avance en desarrollo de productos con biopolímeros basados en almidón, investigación que viene realizándose hace más de una década por parte del grupo CYTBIA de la Universidad del Cauca, quien en sus inicios investigó la creación de los biopolímeros con el almidón de papa, pero por las facilidades de acceso en la región del Cauca migró a desarrollar el producto con materias primas derivadas del procesamiento agroindustrial de la yuca (Navia y Villada, 2013). En estas investigaciones se han generado avances en los cuales se ha hecho participe a diferentes actores cómo ministerios, gobernaciones, Colciencias, grupos de investigación, universidades, empresas y productores de Yuca donde en conjunto están fortaleciendo la cadena agroindustrial.

Lo descrito anteriormente, permite identificar el gran potencial que se tiene en Colombia en el departamento de Boyacá para el diseño y desarrollo sostenible de biopolímeros basados en los residuos de almidón de papa teniendo en cuenta que la papa presenta un alto contenido de almidón, los cultivos se concentran en esta región donde se ha generado un valor cultural, económico y social en torno a esta economía; también se tiene en cuenta que del total de papa cultivada se presenta un porcentaje cercano al 20% que se pierde por daños que se presentan en el momento de la cosecha generándose desperdicio de la misma.

De acuerdo con el estudio realizado por CORPOICA (2000) la cantidad de papa capiro R12 y pastusa que generó pérdidas asociada a daños por plagas, fisiológica, mecánica, y por enfermedades fue de 2318 kilogramos, lo que teniendo en cuenta la información de estudios de recuperación de almidón de este tipo de papa desecho residuo oscila entre el 15,56% y 17,76% se podría haber obtenido un mínimo de 360 kilogramos de almidón de papa lo cual alcanza a ser un porcentaje de pérdida significativo al ser un estudio de 3 variedades de papa en 7 municipios de Boyacá.

En el municipio de Ventaquemada en el año 2015 se produjeron 42.000 toneladas de papa, de acuerdo con esta información la pérdida promedio de papa sería de aproximadamente 8400 toneladas de las cuales se podría obtener 739 toneladas de almidón de residuo de papa (por daños en la cosecha).

*Tabla 22. Estimación producción almidón de residuo de papa e ingresos adicionales a cultivadores del municipio de Ventaquemada.*

Producción estimada de papa Ventaquemada (año)	42000	Toneladas
Estimado de pérdida por daños	8400	Toneladas
Estimado de consumo 30% (cultivador - animales)	2520	Toneladas
Estimado de papa pérdida para procesar almidón	5880	Toneladas
Estimado almidón producido 12,56% (reduciendo 3% margen de error acorde a conversación con productor)	739	Tonelada
Estimado Precio de venta tonelada papa pérdida (20 bultos)	\$ 60.000	Tonelada
Estimado Precio de venta procesamiento almidón (mínimo 10 ton)	\$ 240.000	Tonelada

Estimados ingresos adicionales cultivador y región por comercialización papa pérdida	\$ 352.800.000
Estimado ingresos productor almidón	\$ 177.246.720

---

Fuente: Creación propia, 2018

En relación con la muestra realizada del biopolímero teniendo en cuenta que el agua se evapora entre 70% - 80% durante el proceso de preparación y secado se podría obtener una mezcla de aproximadamente 0,048 a 0,063 Kilogramos de material biopolímero basado en cálculo de peso cuándo la mezcla se está preparando. Si se cuenta con 739 toneladas de almidón se podría producir un aproximado de 2406 a 3108 toneladas de material para la producción de biopolímeros para lo cual se sugiere realizar un estudio más profundo en el cual se verifiquen las composiciones, la evaporación y secado del material biopoliméricos de tal manera que se pueda identificar la cantidad de kilos o metros que podrían producirse de láminas para fabricación de bolsas con biopolímeros.

De acuerdo con los resultados presentados anteriormente se evidencia el gran potencial económico y productivo que tiene un mercado local basado en este tipo de residuos.

Para responder la pregunta planteada para este proyecto, los riesgos y oportunidades identificados para potencializar la industria colombiana de biopolímeros basados en residuos orgánicos de productos locales que contiene almidón, se puede encontrar que se identificaron 13 oportunidades y 13 fortalezas en el análisis SWOT, donde existe una gran oportunidad para potencializar la industria de los biopolímeros basados en residuos de almidón de papa diseñando e implementando una estrategia global como lo plantea Pauli (2015) en su libro la Economía Azul en la cual se genere un proyecto que permita un desarrollo económico sostenible de esta industria cumpliendo con que sea baja en emisiones, competitiva y eficiente en el uso de los recursos y donde se involucren políticas de gobierno que permitan el crecimiento en la investigación y desarrollo y que a la vez cuente con planteamientos de estrategias que permitan

promocionar esta industria por medio de la articulación de las partes interesadas se conecten. Así como lo plantea Pauli (2015): “En la naturaleza todo está conectado y se desarrolla de manera simbiótica”, debe también incluirse temas de educación ambiental donde se concientice a la sociedad colombiana en la problemática que se genera en los ecosistemas y en apoyo a la industria local de biopolímeros.

En línea con lo anterior en el anexo 27 se presenta el modelo actual de producción de biopolímeros en Colombia y en el anexo 28 se presenta el modelo integrado estado, academia y empresa.

Respecto a las 6 amenazas y las 12 debilidades identificadas en el análisis SWOT se plantea que pueden ser minimizadas respecto a las oportunidades de acuerdo con el análisis de las partes interesadas donde se identificaron las motivaciones y aportes que los mismos generarían en la industria y los beneficios que cada uno de los actores puede obtener a nivel social, ético y económico por ser partícipes en la misma. De igual manera en el análisis de riesgos realizado fueron identificados 13 riesgos, o mejor planteado, 13 motivaciones que permiten generar planteamientos diferentes y desarrollo de nuevas propuestas de acuerdo con lo planteado por Pauli (2015) “Cada riesgo es un motivador para innovaciones”. Por lo cual es importante que en la estrategia global definida anteriormente se generen planes de acción en los cuales se de tratamiento adecuado a los riesgos para mitigarlos y minimizar las amenazas identificadas para la potencial industria.

Los principales factores que pueden afectar la cadena productiva local de polímeros biobasados se asocian a los riesgos que se identificaron y obtuvieron una valoración alta donde se alinea con las debilidades y amenazas identificadas al no poder generar adecuado abastecimiento de papa desecho y que la que se abastezca no cumpla con parámetros mínimos y

el contenido de almidón sea inferior a lo descrito en los estudios previos, de igual manera la cadena se puede ver afectada en poder desarrollarse si la investigación y desarrollo no genera avances significativos. Por el lado de la comercialización se identifican como factores relevantes el que la industria actual del polímero cree restricciones al surgimiento de la industria del biopolímero y que ingresen competidores de biopolímeros de otros países con material importado a un precio muy inferior al nacional.

En línea con los riesgos, oportunidades y factores de la industria se puede observar que a cada problema o desventaja que se identificó por parte de cada actor involucrado se convirtieron en oportunidades de acuerdo con las reuniones realizadas con los actores que se involucrarían en el desarrollo de esta potencial industria:

- Analizadas las entrevistas realizadas con Cooinpaven, Pedro Briceño, Almicor, Fedepapa, IT Green y Superplásticos se manifiesta un gran interés y motivación por parte de los productores del municipio de Ventaquemada en cabeza de la asociación COOINPAVEN y FEDEPAPA quienes plantearon las desventajas que podían tener, pero a la vez potenciales soluciones a las mismas para dar inicio a un proyecto de integración de la cadena.

- El grupo CYTBIA es un actor que plantea las ventajas y oportunidades de la industria de biopolímeros en Colombia basada en almidón y quién durante la reunión sostenido manifestó el interés de poder integral la gestión ambiental dentro de los proyectos o líneas que vienen desarrollando.

- La facultad de Estudios Ambientales y Rurales de la Universidad Javeriana juega un papel muy importante en promover el desarrollo de nuevos proyectos y líneas de investigación que generen y transfieran conocimientos para aportar a la solución de la problemática ambiental por el consumo de plásticos y en el fortalecimiento de la cadena productiva de

biopolímeros con la participación e integración de otras facultades y disciplinas, como por ejemplo integrarse a las líneas de investigación de la facultad como: Aplicaciones en Planificación y Ordenamiento Ambiental del Territorio y las tres líneas del grupo de investigación Institucionalidad y Desarrollo Rural.

- Almicor quién es el productor de almidón manifiesta un interés muy grande para potencializar su industria (procesamiento de almidón) y poder ser parte de la cadena que puede generar sostenibilidad ambiental en el área de estudio y aportar a ser solución de la problemática ambiental por la contaminación de los polímeros.

- IT GREEN es importador de pellets de biopolímeros de almidón de maíz quién es un actor que respeta el medio ambiente y comercializa su producto actual enseñando a cada cliente la importancia del uso de estos materiales. Su motivación si bien se enmarca en la parte económica se prioriza su motivación de hacer parte de un proyecto que genera valor social y ambiental.

- Superplásticos es una empresa pequeña que produce y comercializa polietileno y polipropileno donde sus socios desconocían la existencia de este tipo de materiales, las propiedades y tenía algunos mitos no ciertos sobre los mismos. Al entender el proyecto se convierte en un actor al cual le llama la atención la adquisición de este tipo de productos ya que sería pionero y se diferenciaría del mercado de los plásticos. Al igual que IT Green su motivación si bien se enmarca en la parte económica se prioriza su motivación de hacer parte de un proyecto que genera valor social y ambiental.

- Acoplásticos es un actor que se mostró un poco indiferente a la iniciativa y solo suministró información por correo electrónico de estadísticas dentro de las cuales más del 90% eran asociadas al plástico convencional. Es un actor que se centra en aportar en los sectores

productivos que representa la mejora de la gestión empresarial y el desarrollo del sector. Es importante que para Acoplásticos se logren nuevas reuniones y conversaciones con el fin de invitarlo a ser parte de la cadena con sus asociados para que en conjunto se pueda potencializar la industria de biopolímeros y los actuales productores de polímeros puedan diversificarse y generar una compensación ambiental por sus productores poliméricos.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible cuenta con políticas para la generación de desarrollo sostenible en el país, sin embargo las mismas son desconocidas por los actores entrevistados y por lo tanto no se aplican para que se pueda generar una adecuada interacción con las políticas y las actividades que desarrolla cada uno de los actores.

### **7.1 Recomendaciones para potencializar la industria de biopolímeros basados en residuos de la producción de papa que permitan mitigar el impacto actual**

En línea con lo anterior, se puede identificar que este estudio debe tenerse en cuenta para comprender las bases necesarias para que en Colombia se cree una industria de biopolímeros que no solo piense en el beneficio económico y no se trabaje de manera independiente, sino que se pueda realizar una integración de diferentes disciplinas que permitan crear avances en el desarrollo de investigación y que vaya de la mano la puesta en marcha de estas investigaciones en la industria.

Para esto se plantean las siguientes FASES que aportan al desarrollo de una propuesta de gestión teniendo en cuenta su continuidad e integración con los actores analizados.

#### **7.1.1 Fortalecimiento de la investigación: Identificar el potencial asociado a la producción de almidón con residuos de papa**



- Realizar un estudio en el cual se realice la caracterización de los daños y cantidad en la producción de papa causados por daños de insectos, malformación, descarte y mecánicos, durante el proceso de cosecha inicialmente en el municipio de Ventaquemada que es el área de estudio del proyecto.

- Realizar la caracterización de residuos de papa a nivel nacional involucrando a los cultivadores (productores grandes, medianos y pequeño), FEDEPAPA, Asociaciones y agremiaciones de productores de papa, CORPOICA, DANE y la Unidad de Planeación Rural y Agropecuaria (UPRA).

- Realizar un estudio en el cual se haga una caracterización de cantidad de residuos orgánicos de papa que se generan en plazas de mercado y centros de acopio, y la clasificación de tipos de daños que se pueden presentar en las fases intermediación, transporte y comercialización.

- Realizar un estudio en el cual se pueda identificar el contenido de almidón que se puede obtener de la papa que se produce en el municipio de Ventaquemada la cual se analizarían muestras de papa dañada (insectos, malformación, descarte y mecánicos) y por variedad cultivada en la zona. De igual manera incluir dentro del estudio el análisis de contenido de almidón de la papa que se daña en el transporte y almacenamiento periodo de postcosecha.

- Una vez culminados los estudios anteriores se propone generar un análisis de factibilidad para la producción de almidón industrial y para alimentos con los residuos generados por la papa dañada (insectos, malformación, descarte y mecánicos) incluyendo transporte y almacenamiento en periodo de postcosecha.

**7.1.2 Política Pública.** Exponer ante el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, el ministerio de comercio, industria y turismo, Fedepapa, Asociación Nacional de Empresarios de

Colombia (ANDI) las oportunidades y beneficios de la industria del bioplástico puede generar de tal manera que puedan realizar un análisis de beneficios económicos y tributarios por iniciativas asociadas a protección y conservación del ambiente generando restricciones a nuevos entrantes (importaciones) y así se tenga en cuenta para formulación de políticas asociadas a la generación de nuevos beneficios para que así se potencialice la producción nacional.

### **7.1.3 Educación Ambiental**

- Diseñar un método de educación ambiental asociado a que los consumidores se comprometan en la disminución del consumo de productos a base de polímeros buscando pasar de un modelo de beneficio individualista a uno que tenga en cuenta las generaciones futuras y como estas pueden ser afectadas.

- Diseñar una propuesta que sea clara en evidenciar las diferencias e impacto que se pueden generar por el uso de productos desarrollados a base de polímeros provenientes del petróleo en comparación con los biopolímeros, haciendo clara su diferenciación para el consumidor y haciéndole entender su responsabilidad en la cadena productiva.

- Crear campañas de cultura ambiental ciudadana que integre a los consumidores en la sensibilización asociada al cumplimiento legal, la conciencia ambiental y en el reconocimiento o castigo por sus actos con el fin de reducir el uso del plástico convencional y acercarlos a conocer la importancia ambiental al consumir responsablemente biopolímeros.

### **7.1.4 Articulación del Estado con los productores de papa y productores de almidón**

- Para el área de estudio se propone desarrollar un proyecto social en el cual se realice la vinculación de todos los productores de papa del municipio con COOINPAVEN, FEDEPAPA y otras asociaciones o agremiaciones interesadas en ser parte de la solución a la problemática ambiental por la contaminación de los polímeros convencionales. Dentro de esta vinculación se

incluyen la participación de las entidades gubernamentales con el fin de incentivar el desarrollo del proyecto.

**7.1.5 Articulación de una red de investigadores de biopolímeros en Colombia.** Diseñar e implementar un proyecto en el cual se pueda crear una red articulada en la cual todos los centros de investigación e instituciones educativas en Colombia que estén realizando proyectos de investigación y desarrollo asociados a dar solución a la problemática ambiental del consumo de los polímeros con biopolímeros basados en almidón independiente de la disciplina del desarrollo puedan integrarse con las redes ambientales de investigación para así construir en conjunto las soluciones a los problemas y potencializar las ventajas y oportunidades para aportar en Colombia en un desarrollo sostenible con un enfoque de economía circular.

**7.1.6 Articulación de los investigadores con los productores de polímeros y biopolímeros.** Diseñar un proyecto en el cual Acoplásticos con sus asociados, los productores de polímeros que no son asociados y los productores de biopolímeros presten sus instalaciones y sus equipos con el fin de que los investigadores puedan realizar los análisis pertinentes de los desarrollos de materiales de biopolímeros basados en residuos de almidón y validar el potencial de industrialización de los mismos.

**7.1.7 Articulación de la cadena productiva.** Plantear un modelo de logística verde (*green logistics*) y producción sostenible basado en la economía circular, en la cual por medio de herramientas y metodologías de ingeniería se realice el diseño, caracterización, modelamiento y simulación de una cadena agroindustrial de la industria de biopolímeros basada en residuos de almidón de papa en Colombia. Este modelo involucraría las partes interesadas con cada uno de los eslabones de la cadena, los aspectos sociales e interacción de la comunidad donde se ejecutaría cada eslabón y las capacidades asociadas a la actual cadena productiva de la papa en

Colombia, el procesamiento del almidón y de los biopolímeros hasta la comercialización de estos.

## **8. Conclusiones**

En relación con los objetivos de esta investigación, y derivado de los hallazgos a continuación se presentan las siguientes conclusiones:

### **8.1 En relación con la investigación y desarrollo existente en producción de biopolímeros**

A nivel mundial, la investigación y producción de biopolímeros ha tenido un alto desarrollo durante la última década, sin embargo, es un producto que debe continuar investigándose con el fin de mejorar sus propiedades para poder sustituir los polímeros convencionales en un gran porcentaje. Los desarrollos de biopolímeros en el mundo han inspirado a investigadores y emprendedores en Colombia para generar desarrollos innovadores de biopolímeros basados en el almidón que contienen algunos de los tubérculos que se cultivan en el país, los cuales si bien se han adelantado no se ha logrado viabilizar una industrialización de estos por las restricciones a nivel político, tecnológico, social y económico identificadas como debilidades en este estudio.

En Colombia es evidente la desarticulación entre la investigación de biopolímeros y la puesta en marcha y producción de estos, ya que no existen conexiones entre los actores (productor de papa, productor de almidón, la academia, centros de investigación, productores de polímeros y biopolímeros) y esto no permite que se fortalezca y se invierta en el desarrollo científico y tecnológico para crear e innovar de manera sostenible y así en conjunto poder aportar en la solución a la problemática ambiental asociada a la contaminación por el consumo de polímeros.

### **8.2 En relación con la red de actores involucrados en el desarrollo del modelo**

Definir el contexto en el cual se enmarcó esta investigación y la potencial producción de biopolímeros fue crucial para comprender factores externos a los procesos de fabricación como lo son los temas de asociatividad, los cuales se convierten en determinante para la futura factibilidad del proyecto, la necesidad de concretar y fortalecer las redes entre ellos y desarrollar propuestas que tengan en cuenta los beneficios sociales que pueden traer estos proyectos.

Los actores que fueron identificados en este estudio para potenciar la industria del biopolímero basado en residuos de almidón de papa son considerados como los más relevantes y fundamentales ya que en conjunto se pueden generar innovaciones sostenibles para mitigar los riesgos que se identificaron lo cual se puede evidenciar en el anexo 28 de este documento, lo anterior teniendo en cuenta que cada uno de ellos juega un papel fundamental en la cadena de valor al conocer el entorno, las desventajas y ventajas ; y generar aportes para que esta potencial industria pueda ser viable no solo priorizando y trabajando para que se alcancen los beneficios ambientales, sociales y económicos planteados.

### **8.3 En relación con la generación y aprovechamiento de residuos de la producción agrícola**

Si bien se cuenta con manuales y protocolos asociados a las buenas prácticas para la producción de la papa en Colombia y se cuenta con información estadística de rendimientos de producción, hoy en día no se cuenta con información en la cual se esté realizando la cuantificación de residuos de los desechos de papa durante la fase cosecha y poscosecha, por lo cual los estimados de pérdida han sido definidos por información suministrada por los actores entrevistados y por información de investigaciones previas asociadas a las potenciales pérdidas de papa.

El aprovechamiento que se realiza de los desechos de papa por parte de los cultivadores es principalmente para alimento del ganado, pero estos desechos se están enterrando o se están

disponiendo inadecuadamente en ríos y quebradas de la zona lo cual puede alterar los ecosistemas, generar malos olores, así como problemas relacionados con los materiales en descomposición y afectar a la comunidad que vive en la zona; por lo cual con esta propuesta de gestión del modelo de producción sostenible de biopolímeros que se presenta en el anexo 28 de este documento, muestra la integración del productor de papa (cultivador) como parte inicial de los eslabones de la cadena productiva de biopolímeros basados en residuos de almidón de papa puede mitigar el impacto ambiental asociado a la gestión de residuos que se realiza hoy en día.

Es importante que el estado, las agremiaciones y asociaciones de cultivadores de papa prioricen la cuantificación de los desechos y residuos generados para así poder determinar el potencial de producción de almidón que se puede producir y así poder aprovechar estos residuos y utilizarlos de acuerdo con las condiciones de estos para uso alimenticio o para usos industriales.

#### **8.4 En relación con las posibilidades productivas de polímeros biobasados en almidón proveniente de desechos**

Se identifica una gran motivación para el desarrollo de proyectos de producción de biopolímeros basados en desechos agrícolas por parte de los productores de papa de la región de estudio, visto los beneficios que puede generarles a nivel ambiental, social y económico al igual que en el mejoramiento de procesos productivos que los lleve a aprovechar la totalidad del producto cultivado.

Existen altas ventajas para los productores de almidón para que dentro de su cadena puedan tener un abastecimiento de residuos de papa nacional a unos costos inferiores, al igual que su participación en proyectos de mejoramiento de procesos de producción sostenibles que aprovechen los materiales y energía generando valor a la cadena de la potencial industria del

biopolímero. Lo que permitirá tanto a los productores de almidón y de biopolímeros generar un producto competitivo en calidad, precio y responsabilidad social y ambiental respecto a los productos de almidón de papa (bien sea sólo el almidón o los biopolímeros) que se estén importando hacia Colombia.

### **8.5 En relación con las políticas públicas, entidades y el Estado**

Teniendo en cuenta que la industria colombiana de biopolímeros basados en residuos de la producción de papa tiene un potencial de desarrollo, es importante articular el estado, la academia, la investigación y la industria para así poder generar un aporte en el desarrollo económico sostenible del país enmarcado en los objetivos trazados por el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible en las políticas nacional de producción y consumo sostenible y la política de producción más limpia.

De igual manera es importante iniciar con la formulación de regulaciones y políticas que permitan generar nuevos beneficios fiscales y ambientales a los actores identificados en el modelo de producción de biopolímeros, para que así se potencialice la producción nacional.

para potencializar esta industria y para concientizar a la sociedad en la importancia de reducir el consumo de polímeros convencionales y realizar la sustitución por materiales biopoliméricos.

## 9. Referencias

- ACOPLÁSTICOS. (2018). *Plásticos en Colombia 2017-2018*. Recuperado de:  
<http://www.acoplasticos.org/index.php/mnu-nos/mnu-pyr/mnu-pyr-pi/142>
- Altieri, M. A. y Bravo, E. (2009). *La tragedia social y ecológica de la producción de agrocombustibles en el continente americano*. Recuperado de: [ww.landaction.org](http://www.landaction.org):  
<http://www.landaction.org/429-la-tragedia-social-y-ecologica-de-429?lang=es>
- Aluna Consultores. (2011). *Estudio nacional de reciclaje y los recicladores: Aproximación al mercado de reciclables y las experiencias significativas*. Recuperado de:  
[http://cempre.org.co/wp-content/uploads/2017/05/3926-estudio\\_nacional\\_de\\_reciclaje\\_aproximacion\\_al\\_mercado\\_de\\_reciclables\\_y\\_las\\_experiencias\\_significativas\\_0-1.pdf](http://cempre.org.co/wp-content/uploads/2017/05/3926-estudio_nacional_de_reciclaje_aproximacion_al_mercado_de_reciclables_y_las_experiencias_significativas_0-1.pdf)
- Aristizábal, J. y Sánchez, T. (2007). *Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca*. Roma: FAO
- Badui, S. (2006). *Química de los Alimentos*. México: Prentice Hall
- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal Managment*, Vol. 17, N°1, pp. 99-120
- Bioempaques Cauca. (2017) *Productos*. Recuperado de:  
<https://www.bioempaquescauca.com/index.php/productos>
- Comisión Europea. (2010). *Informe de la Comisión sobre el cambio indirecto del uso de la tierra en relación con los biocarburantes y biolíquidos*. Recuperado de: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52010DC0811&from=EN>
- CONCIENCIA Cauca - CODECTI. (2012). *Plan Estratégico Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación del Cauca*. Recuperado de: <http://pedcticauca.blogspot.com/>



CORPOICA (2000). *Manejo integrado del cultivo de la papa*. Bogotá: CORPOICA. Recuperado de:

[https://books.google.com.co/books?id=84lJ3KnbcFQC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?id=84lJ3KnbcFQC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

DANE. (2016). *Encuesta Anual Manufacturera -EAM-*. Recuperado de:

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/industria/encuesta-anual-manufacturera-enam>

DiGregorio, B. (2009). Biobased Performance Bioplastic: Mirel. *Chemistry & Biology*, N°16, pp. 1-2.

European Bioplastics -EB. (2014). *Frequently asked questions on bioplastics*. Recuperado de:

<http://www.european-bioplastics.org/bioplastics/materials/>

ECOEMBES – Ecoembalajes España S.A (2009). *Proyecto de Análisis de Biopolímeros*.

Recuperado de [www.ecoflexobag.com/rs/91/.../proyecto-de-analisis-de-bioplasticos-ecoembes.pdf](http://www.ecoflexobag.com/rs/91/.../proyecto-de-analisis-de-bioplasticos-ecoembes.pdf)

Ellen McArthur Foundation. (2016). *The new plastics economy: rethinking the future of plastics*.

Recuperado de: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/the-new-plastics-economy-rethinking-the-future-of-plastics>

European Parliament -EP-. (2014). *News. MEPs clamp down on wasteful use of plastic carrier bags. Plenary Session Press release*. Recuperado de: <http://bcn.cl/1o5rs>.

EPA - U.S. Environmental Protection Agency (2014). *Plastic, Common Wastes & Materials*.

Recuperado de <http://www.epa.gov/epawaste/conservation/materials/plastics.htm>

EUPC – European Plastic Converters (2014). *Bioplastics & Biodegradability*. Recuperado de

<http://www.plasticsconverters.eu/uploads/news/EuPC%20Bioplastics%20FAQs.pdf>

- Fleisher, C. S. & Bensoussan, B. E. (2004). *Strategic and competitive analysis: methods and techniques for analyzing business competition*. New Jersey: Prentice Hall
- Fonseca, M. A., Garrido, E., Toppe, J., Bahri, T. & Barg, U. (2017). El impacto de los microplásticos en la inocuidad alimentaria: el caso de o productos pesqueros y acuícolas. *Boletín de Noticias de la FAO, N°57*
- García, L. F. (2017). Aprovechamiento de almidón residual del procesamiento de snacks de papa (*Solanum Tuberosum*) variedad Diacol Capira. (*Trabajo de Titulación*). Universidad de las Américas, Quito
- García, J. L., Romero, F. C. y Mayorga, O. (2014). Modelado del sistema logístico de la cadena productiva de la papa empleando dinámica de sistemas. *AVANCES. Investigación en Ingeniería, Vol. 11, N°2, pp. 86-93*
- Gómez, M y Guerra de la Espriella, A. del C. (2015). *Proyecto de Ley 163, por medio del cual se impulsa el uso de bolsas reutilizables y se compromete a toda la cadena de producción, utilización y posconsumo a desmontar paulatinamente el uso de bolsas plásticas de único uso, inútiles y no reutilizables y se dictan otras disposiciones*. Recuperado de:  
<http://www.camara.gov.co/bolsas-reutilizables>
- ICONTEC. (2011). *Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 31000. Gestión del riesgo. Principios y directrices*. Recuperado de: <http://www.edesaesp.com.co/wp-content/uploads/2013/05/NTC-ISO-31000-2011.pdf>
- \_\_\_\_\_. (2013). *NTC-IEC-ISO 31010. Gestión de Riesgos. Técnicas de valoración del Riesgo*. Bogotá: ICONTEC
- Iles, A. & Martin, A. (2013). Expanding bioplastics production: sustainable business innovation in the chemical industry. *Journal of Cleaner Production, N°45, pp. 38-49*.

- Kishna, M., Niesten, E., Negro, S. & Hekkert, M. (2016). The role of alliances in creating legitimacy of sustainable technologies: A study on the field of bio-plastics. *Journal of Cleaner Production, Vol 155, Part 2, pp. 7-16*
- Lens Network. (s.f.). *Stakeholder´ motivation and sustainability table*. Recuperado de: [http://www.lens.polimi.it/index.php?P=tools\\_select.php](http://www.lens.polimi.it/index.php?P=tools_select.php)
- Liang, S., McDonald, A. & Coats, E. (2015). Lactic acid production from potato peel waste by anaerobic sequencing batch fermentation using undefined mixed culture. *Waste Management N°45, pp. 51-6.*
- Lizarazo, S. P. (2013). Evaluación técnico económica de la producción de bioetanol a nivel experimental a partir de almidón de papa en el Departamento de Boyacá. (*Tesis de Maestría*). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Locking Group. (s.f.). *Thermoplastic Starh - Potato Plastic*. Recuperado de: <http://jlocklin.uga.edu/images/outreach/potatoplasticlabbmodule.pdf>
- López, J., Cuarán, J., Arenas, L. y Flórez, L. (2014). Usos potenciales de la cáscara de banano: elaboración de un bioplástico. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales. Vol. 1, enero - diciembre, pp. 7-21.*
- Mäkelin, S. (2017). *Musculatura de mejillón llena de micro plástico fluorescente*. Recuperado de: <http://www.fao.org/in-action/globefish/fishery-information/resource-detail/es/c/1046481/>
- Martínez, H. (2006). *Observatorio Agro cadenas: Agroindustria y Competitividad, Anuario 2005*. Recuperado de: <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4678/1/0103-1.pdf>
- Más que solo polímeros*. (s.f.). Recuperado de: <http://todoenpolimeros.com/procesos-2-extrusion.html>

- Melian, D. E. (2010). Ensayo comparativo de dos metodologías de extracción de almidón de papa usando muestras de diez variedades nativas de Chiloé y dos variedades comerciales. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Austral de Chile, Valdivia
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2011). *Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible. "Hacia una cultura de consumo sostenible y transformación productiva"*. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MinAmbiente-. (2012). *Colombia, 20 años siguiendo la Agenda 21*. Bogotá: MinAmbiente.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2016). *Perfiles económicos por departamentos*. Recuperado de <http://www.mincit.gov.co/publicaciones.php?id=16724>
- Mostafa, N. A., Farag, A., Abo-dief, H. & Tayeb, A. (2015). Production of biodegradable plastic from agricultural wastes. *Arabian Journal of Chemistry. Article in press*.
- Navia, D. (2011). Desarrollo de un material para empaques de alimentos a partir de harina de yuca y fibra de fique. (*Tesis de Maestría*). Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería, Cali, Colombia
- Navia, D., Ayala, A., Villada, H. (2011). Isotermas de adsorción de biopolímeros de harina de yuca moldeados por compresión. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, Vol. 9, N°1, pp. 77-87*.
- Navia, D. y Villada, H. (2013). Impact of Biodegradable Packaging research in science, technology and innovation. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, Vol. 11, N°2, pp. 173-180*.

- Ñustez, C. E. (2011). *Variedades colombianas de papa*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Pauli, G. (2015). *La Economía Azul*. Barcelona: Tusquets
- Peñaranda, L. V., Montenegro, S. P. y Giraldo, P. A. (2017). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, Vol. 8, N°2, julio-diciembre, pp. 141-150
- Philp, J., Bartsev, A., Ritchie, R., Baucher, M. & Guy, K. (2013). Bioplastics Science from a Policy Vantage Point. *New Biotechnology*, Vol. 30, N°6, pp. 635-646
- Prada, R. (2012). Alternativa de aprovechamiento eficiente de residuos biodegradables: el caso del almidón residual derivado de la industrialización de la papa *Revista Escuela de Administración de Negocios*, N°72, enero-junio, pp. 182-192
- Riascos, S. (2017). Una mirada a la realidad económica del subsector papa en 2017. *Revista Papa. Órgano informativo de la Federación Colombiana de Productores de Papa*, N°44, pp. 42-47
- Río, F., Díaz de Apodaca, E., Ochoa-Gómez, J. R. y Torrecilla, J. (2007). *Bioplásticos*. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/257652567\\_BIOPLASTICOS](https://www.researchgate.net/publication/257652567_BIOPLASTICOS)
- Rudin, A. & Choi, P. (2013). *The Elements of Polymer Science and Engineering*. Cambridge: Elsevier
- Senado y Cámara de Diputados de la Provincia de Buenos Aires. (2008). *Ley 13868*. Recuperado de: <http://www.gob.gba.gov.ar/legislacion/legislacion/l-13868.html>
- SB - Senate Bill No. 270. Approved by Governor. Filed with Secretary of State California, USA. September 30, 2014.

- Sharif-Hossain A. B. M., Ibrahim N. & Mohammed S.A. (2016). Nano-cellulose derived bioplastic biomaterial data for vehicle bio-bumper from banana peel waste biomass. *Data in Brief*, N°8, pp. 286-294
- UNCED - United Nations Conference on Environment and Development. (1992). *Results of the World Conference on Environment and Development: Agenda 21, UNCED United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, United Nations, New York.*  
Recuperado de: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2016). *Cultivo comercial de papa: identificación de zonas aptas en Colombia, a escala 1:100.000.* Bogotá: UPRA.  
Recuperado de  
<http://upra.gov.co/documents/10184/13821/CULTIVO+COMERCIAL+DE+PAPA/71105ebf-5d4b-4bf0-b1c0-72c005748c68>
- Villada, H. S., Acosta, H. A. y Velasco, R. J. (2008). Investigación de Almidones Termoplásticos, Precursores de Productos Biodegradables. *Información Tecnológica*, Vol. 19 N°2, pp. 3-14
- Yu, P. H., Chua, H., Huang, A. L., Lo, W. & Chen, G. Q. (1998). Conversion of Food Industrial Wastes into Bioplastics. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, Vol. 60, N°3, pp. 70-72.

## Anexo 1

Tabla 1. Estudios asociados a la producción de biopolímeros basados en almidón con y sin residuos

Tipo	Año	Categoría	Título	Autor	País	
Artículo	2016	I+D biopolímero	Vigilancia tecnológica: películas flexibles a partir de mezclas de almidón y ácido poliláctico	Germán Antonio Arboleda <sup>1</sup> y Héctor Samuel Villada <sup>2</sup>	Colombia	Universidad del Cauca
Artículo	2015	I+D biopolímero	Análisis técnico económico de la producción de bioetanol a partir de papa a nivel de laboratorio en Boyacá	SONIA PATRICIA LIZARAZO H.1 GERMÁN GONZALO HURTADO R.2 LUIS FELIPE RODRÍGUEZ C.3 4	Colombia	UPTC / Universidad Nacional
Tesis Pregrado	2015	Modelo negocio	ELABORACIÓN DE UN PLAN DE NEGOCIOS PARA DETERMINAR LA FACTIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DE PAPA EN CONTRA DE LA CONTAMINACIÓN EN COLOMBIA	JOSÉ JHON FERNÁNDEZ MORALES PAOLA ANDREA VARGAS ROMERO	Colombia	Universidad Militar Nueva Granada
Artículo	2015	I+D biopolímero	SUSTITUCIÓN DE POLIPROPILENO POR NANOFIBRAS DE CELULOSA OBTENIDAS DEL FIQUE, UNA ALTERNATIVA AMBIENTAL EN MEZCLADORES DE CAFÉ	Claudia Jazmín Galeano Barrera William Zamudio Peña Johana Flórez Castillo	Colombia	Universidad de Santander
Artículo	2015	I+D biopolímero	Obtención y caracterización de un biodegradable a partir de almidón de papa y polietileno de baja densidad por inyección	Pedro Rodríguez Sandoval <sup>1,4, 5</sup> Efrén Muñoz Prieto <sup>2, 5</sup> Yesid Edwin Gómez Pachón <sup>3</sup>	Colombia	UPTC
Artículo	2014	Biopolímero con residuos	USOS POTENCIALES DE LA CÁSCARA DE BANANO: ELABORACIÓN DE UN BIOPLÁSTICO	Javier López Giraldo <sup>1</sup> , Julio César Cuarán Cuarán <sup>2</sup> , Laura Viviana Arenas García <sup>3</sup> , Luz Marina Flórez Pardo <sup>4</sup> .	Colombia	Universidad Autónoma de Occidente
Artículo	2014	I+D biopolímero	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS DE BIOPLÁSTICOS TERMO-COMPRIMIDOS ELABORADOS CON HARINA DE YUCA	Diana Paola Navia-Porras <sup>1</sup> , Nathalia Bejarano-Arana <sup>2</sup>	Colombia	Universidad de San Buenaventura
Tesis Maestría	2013	I+D biopolímero	Evaluación técnico económica de la producción de bioetanol a nivel experimental a partir de almidón de papa en el Departamento de Boyacá	Sonia Patricia Lizarazo Hernández	Colombia	Universidad Nacional de Colombia
Artículo	2013	I+D biopolímero	Impacto de la investigación en empaques biodegradables en ciencia, tecnología e innovación	Diana Paola Navia, Héctor Samuel Villada	Colombia	Universidad del Cauca
Tesis Pregrado	2010	I+D biopolímero	ESTUDIO DEL DESARROLLO INDUSTRIAL EN LA PRODUCCIÓN DE POLIHIDROXIALCANOATOS EN LA PRIMERA DECADA DEL SIGLO XXI.	DIANA PAOLA SALAZAR MARTÍNEZ.	Colombia	Pontificia Universidad Javeriana
Tesis Maestría	2011	I+D biopolímero	DESARROLLO DE UN MATERIAL PARA EMPAQUES DE ALIMENTOS A PARTIR DE HARINA DE YUCA Y FIBRA DE FIQUE	DIANA PAOLA NAVIA PORRAS	Colombia	Universidad del Valle
Artículo	2006	I+D biopolímero	Obtención y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca	Gladys Ruiz Avilés	Colombia	EAFIT
Libro	2007	Biopolímeros generalidades	Bioplásticos	Centro tecnológico de España	España	


Tipo	Año	Categoría	Título	Autor	País	
Tesis Doctorado	1996	I+D biopolímero	Elaboración de plásticos biodegradables a partir de polisacáridos y su estudio de biodegradación a nivel de laboratorio y campo	Katiushka Arévalo Niño	México	
Artículo	2013	Biopolímero con residuos	Producción de plástico parcialmente degradable con polietileno de alta densidad (PEAD) y la dextrina del desecho de <i>Solanum tuberosum</i>	Dorelys Barrera 1, María A. Márquez 1,*, José F. Yegres 2, Patricia C. Navas 2	Venezuela	
Tesis Pregrado	2009	Biopolímero con residuos	ESTUDIO DEL PROCESADO DE UN POLÍMERO TERMOPLÁSTICO BASADO EN ALMIDÓN DE PATATA AMIGABLE CON EL MEDIO AMBIENTE	JAVIER MERÉ MARCOS	España	
Artículo	2016	Biopolímero con residuos	Nano-cellulose derived bioplastic biomaterial data for vehicle bio-bumper from banana peel waste biomass	A.B.M.Sharif Hossain a,n, Nasir A.Ibrahim a, Mohammed Saad AlEissa b	Arabia Saudita	
Artículo	2013	Biopolímero con residuos	Recycling of bioplastics, their blends and biocomposites: A review	Azadeh Soroudi, Ignacy Jakubowicz	Suecia	
Artículo	2015	Biopolímero con residuos	Lactic acid production from potato peel waste by anaerobic sequencing batch fermentation using undefined mixed culture	Shaobo Liang a, Armando G. McDonald a,b,†, Erik R. Coats c	Estados Unidos	
Artículo	2015	Biopolímero con residuos	Production of biodegradable plastic from agricultural wastes	N.A. Mostafa a,*, Awatef A. Farag b, Hala M. Abo-dief a,d, Aghareed M. Tayeb c	Arabia Saudita	
Monografía pregrado	2014	Modelo negocio	Bioplásticos para embalaje	Carlos Alberto del ángel Cruz	México	
Artículo	2016	Biopolímeros generalidades	The role of alliances in creating legitimacy of sustainable technologies: A study on the field of bio-plastics	Maikel Kishna a, Eva Niesten b,*, Simona Negro c, Marko P. Hekkert c	Reino Unido	
Tesis Pregrado	2016	Biopolímero con residuos	“ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DE ALMIDÓN RESIDUAL OBTENIDO DE PELADORAS DE PAPA Y DETERMINACIÓN DE SU BIODEGRADABILIDAD A NIVEL DE LABORATORIO”	PAOLA NATHALI MEZA RAMOS	Perú	
Artículo	2014	I+D biopolímero	OBTENCION DE BIOPOLIMEROS DE PAPA COMO UNA ALTERNATIVA AL DESARROLLO DE MATERIALES INOCUOS AL MEDIO AMBIENTE	H. Alarcón 1, E. Arroyo 2	Perú	
Libro	sin información	I+D biopolímero	Technology, use and potentialities of latin american starchy tubers: Chapter 18 - Starch based plastics	Olivier Vilpoux 1 & Luc Averous. 2	Brasil	
Artículo	2001	I+D biopolímero	Starch-Based Biodegradable Materials Suitable for Thermoforming Packaging*	Luc Avérousa, Christophe Fringant b, Laurence Moroa	Francia	
Artículo	2009	I+D biopolímero	Starch-based completely biodegradable polymer materials	D. R. Lu, C. M. Xiao*, S. J. Xu	China	
Artículo	2010	I+D biopolímero	Formulation and Evaluation of Polysaccharide Based Biopolymer – an Ecofriendly Alternative for Synthetic Polymer.	Nilani.P*, Raveesha.P, B. Rahul Nandkumar Kasthuribai.N, Duraisamy.B, Dhamodaran.P,& Elango.K	India	

Fuente: Creación propia, 2018





## Anexo 2

Tabla 2. Clasificación de polímeros

Plásticos	Código	Descripción	Algunos usos
Polietilen Tereftalato (PET)		Del petróleo crudo se extrae el paraxileno y al oxidarse con el aire se obtiene ácido tereftálico, el cual al combinarse con el etilenglicol (que se obtiene por la oxidación del etileno) produce el PET.	Botellas plásticas, envases, tejas, cuerdas, alfombras, zunchos, entre otros.
Polietileno PEAD: Alta densidad PEBD: Baja densidad (convencional - lineal)		Se obtiene por etileno derivado a partir de petróleo o gas natural. Posterior a ello el etileno se lleva a un reactor en el cual se realiza un proceso de polimerización, el cual con un catalizador que tiene condiciones de presión y temperatura permite que se formen los polímeros, los cuales tienen fórmula de granos que se llaman pellets.	PEAD: Tuberías, embalajes y láminas industriales, botellas PEBD: Películas para envolver, para invernadero, bolsas, sacos, tapas, contenedores flexibles.
POLIPROPILENO (PP)		Derivado del petróleo el cual pertenece a la familia de poliolefinas. Se produce por polimerización del propileno (gas de industria petroquímica). Es copolimerizado con etileno y forma copolímeros los cuales permiten ser más transparentes y con más brillo y de buena resistencia a temperaturas ambiente y bajas.	Película empaque flexible, confites, laminaciones, bolsas, fibra textil zunchos, utensilios domésticos, vasos plásticos.
POLIESTIRENO (PS)		Se produce posterior a realizar una síntesis entre el etileno y el benceno los cuales son derivados del petróleo; esta síntesis permite generar monómeros de estireno el cual se polimeriza y se crea el poliestireno.	Envases y empaques desechables, contrapuerta de neveras, estuches, cielorrasos, decorativos para hogar, artículo escolar.

Fuente: Creación propia, 2018

Tabla 2. (Continuación)

Plásticos	Código	Descripción	Algunos usos
CLORURO DE POLIVINILO (PVC)		Se compone de carbono, hidrógeno y sal común. Al combinarse el etileno y el cloro se obtiene el monómero cloruro de vinilo, posterior a ello se realiza la polimerización por suspensión, emulsión o masa y se obtiene el PVC como resina virgen. A este se le agregan diferentes tipos de aditivos de tal manera que puedan ser rígidos o flexibles y de formas, texturas y colores diferentes.	tabletas para pisos, partes de aparatos y equipos electrónicos, tarjetas de bancos, empaques. Papel decorativo, cueros sintéticos, calzado, juguetes.
Otros: Policarbonato, Acrilonitrilobutadieno Estireno (ABS), Estireno Acrilonitrilo (SAN), Poliamida (PA), Nylon, Acetatos (POM)	7 		CD, carcasas computadores, películas, envases alimentos.

Fuente: Creación propia, 2018

## Anexo 3



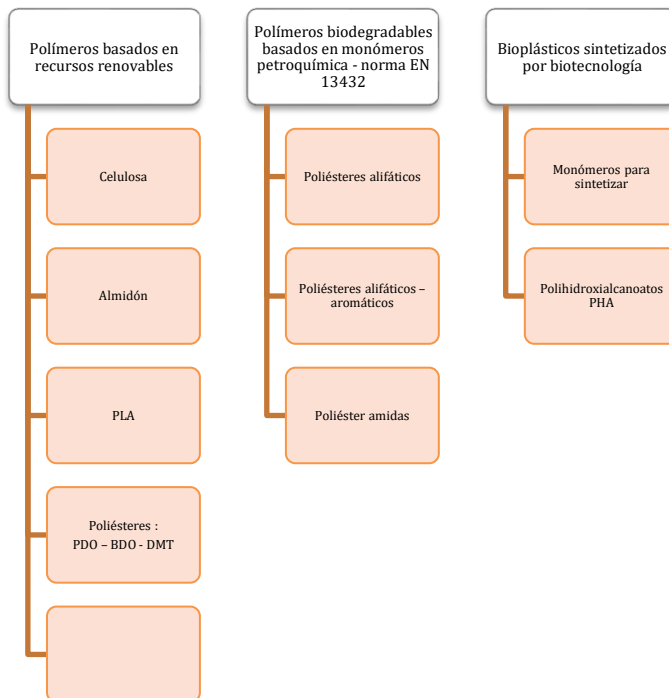
*Figura 3.* Residuos de plásticos en Tajamares de Bocas de Ceniza  
Fuente: Autora, junio 19 de 2017.

## Anexo 4



*Figura 4.* Mejillón azul con microplásticos en su tracto digestivo.  
Fuente: Mäkelin, 2017

## Anexo 5



*Figura 5.* Clasificación de los bioplásticos asociada a su origen  
Fuente: Río, Díaz de Apodaca, Ochoa-Gómez y Torrecilla, 2007, p. 15

## Anexo 6

Tabla 3. Características de principales polímeros recursos renovables

Tipo	Descripción	Algunas aplicaciones	Principales fabricantes en el mundo
Celulosa	Tiene como materia prima fibras de algodón y madera. Se producen mediante modificación química de la celulosa natural. Se inicia su uso a finales del siglo XIX.	asas, juguetes, embalajes, piezas para el automóvil, películas para aislamiento eléctrico	Courtaulds Plastic Group, Reino Unido (Dexel®), American Polymers, EEUU (Ampol®) Eastman Chemical Internacional, EEUU (Tenite), Celanese LTD, EEUU, Primister EEUU, Mazzuchelli, Italia (láminas Xelox-L® y gránulos Sethilith® y Plastiloid®, Bioceta®)
Almidón	Se produce a través de la reserva alimenticia de algunas plantas. Maíz, papa, yuca, otros. Más utilizado el almidón de maíz. Dominan el mercado con el 75% del total de bioplásticos.	piezas moldeadas por inyección, películas para bolsas y rellenos espumados para embalajes, aplicación en horticultura, ecofoam, películas y láminas, poliestireno expandido.	Novamont (Italia), Rodenburg Biopolymers - residuos de patata (Países Bajos), Biotec (Alemania), National Starch and Chemical Co, Avebe (Países Bajos)
PLA	Después de almidón es el segundo bioplástico producido a gran escala. Se produce a partir de la síntesis del ácido láctico. Uso desde los años 60.	Aplicaciones biomédicas, Plástico convencional, Películas y materiales flexibles, envases rígidos y botellas	Natureworks, Cereplast, Mitsui Chemicals, FKUR Kunststoff, Hicail, Byomer, Ecoplastic, Toray, BASF.

Fuente: Creación propia, 2018

## Anexo 7

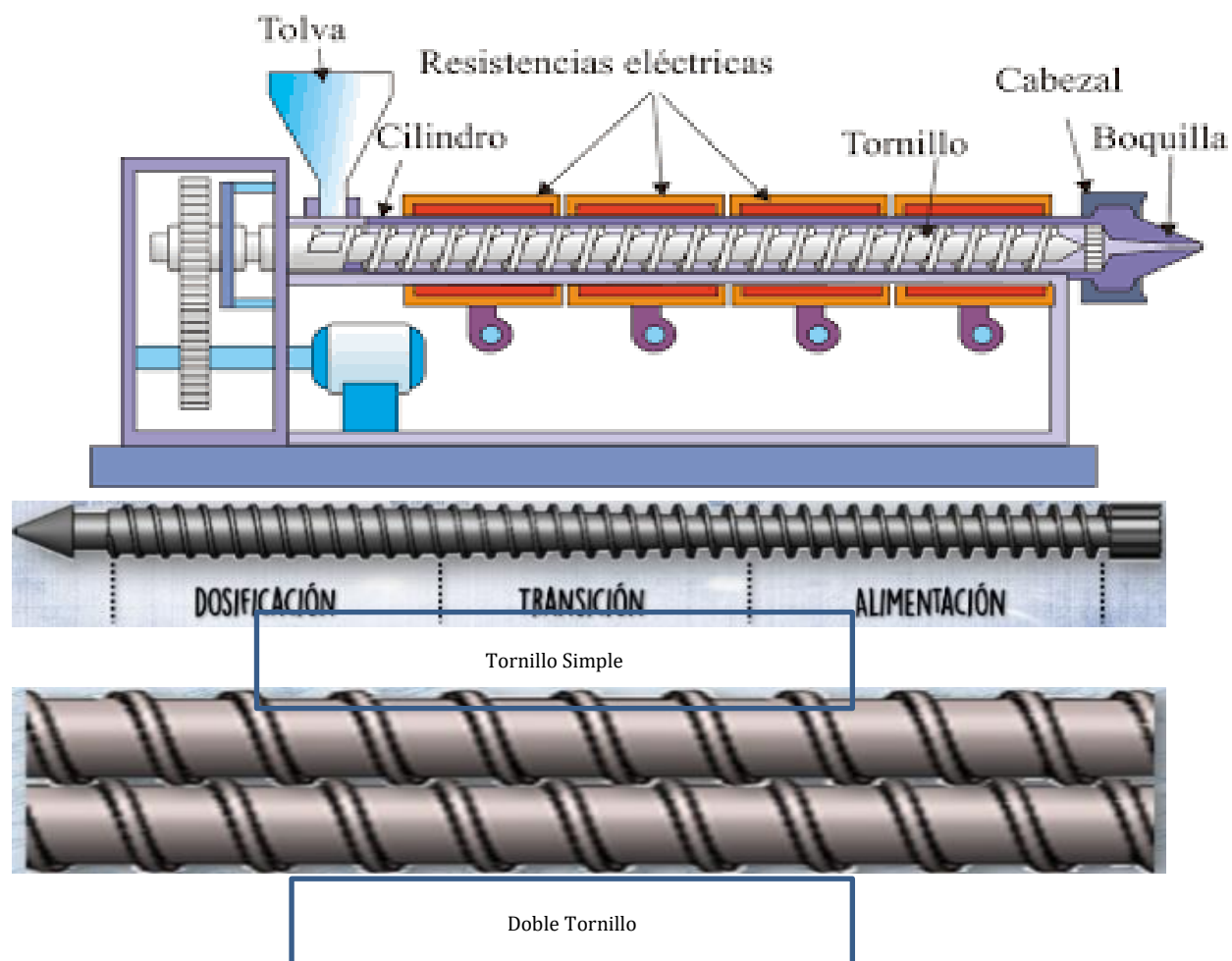


Figura 7. Extrusora  
Fuente: Más que solo polímeros, s.f.

Anexo 8

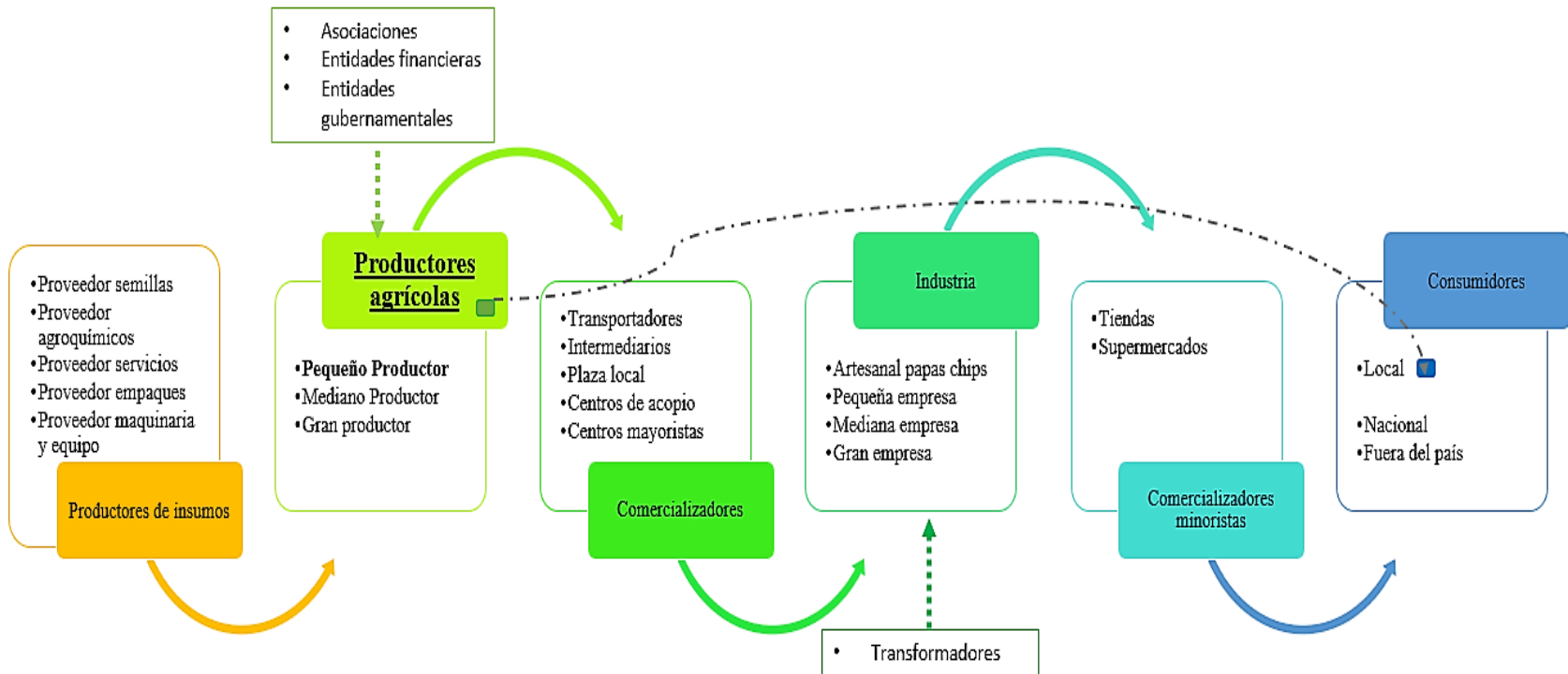


Figura 11. Cadena productiva de la papa.  
 Fuente: García, Romero y Mayorga, 2014



## Anexo 9

Tabla 4. Características de almidones y sus gránulos

Tipo	Amilopectina	Amilosa	Temperatura Gelatinización °C	Temperatura Gelificación °C	Tamaño Granulo M	Propiedades de cocción
Maíz	73	23	62-72	80	5-25	Gel opaco
Maíz amiláceo	20-45	55-60	67-80		5-25	
Papa	78	22	58-67	64	5-100	Claro cohesivo, tendencia a gelificar
Arroz	83	17	62-78	81	2-55	Gel opaco
Yuca	82	18	51-65	63	5-35	Claro cohesivo, tendencia a gelificar
Maíz Céreo	99-100	0-1	63-72	74	5-25	Claro cohesivo
Sorgo	99-100	0-1	67-74		5-45	
Trigo	76	24	58-64	77	11-41	Gel opaco

Fuente: Aristizábal y Sánchez, 2007, p. 36

## Anexo 10

Tabla 5. Resultados análisis obtención de almidón de papa Boyacá

Variedad	Procedencia	Muestra	Estudio	Estado tubérculo	Rendimiento almidón (promedio) 100 g de pulpa	Color almidón extraído	Posibilidad uso industrial
Diacol Capiro	Ventaquemada	1 Kg	Diseño experimental	madurez óptima	14,87	blanco	SI
ICA única	Ventaquemada	1 Kg	Diseño experimental	madurez óptima	8,79	blanco	NO
ICA Puracé	Ventaquemada	1 Kg	Diseño experimental	madurez óptima	13,81	blanco	SI
Tuquerreña	Siachoque	1 Kg	Diseño experimental	madurez óptima	24,15	blanco	SI
Parda Pastusa	Ventaquemada	1 Kg	Diseño experimental	madurez óptima	14,04	blanco	SI
Merengo o Marenga*	Siachoque	1 Kg	Diseño experimental	madurez óptima	3,38	rojizo	NO

Fuente: Creación propia, 2018

Tabla 5a. Resultados análisis obtención de almidón de papa Boyacá

Variedad	Amilosa	Amilopectina	relación amilosa/ amilopectina	T Gelatinización °C	Tamaño gránulo	Variedad	Humedad %	Proteína %	Grasa %	Fibra %	Cenizas %	Carbohidratos total
Diacol Capiro	9,95 ± 0,26	90,15 ± 0,42		60	Menor	Diacol Capiro	15,23	0,42	0,32	0,02	0,66	83,35
ICA única	9,47 ± 0,05	90,53 ± 0,05		55	Menor	ICA única	17,2	0,43	0,32	0,02	0,87	81,15
ICA Puracé	9,34 ± 0,07	90,66 ± 0,06		55	Menor	ICA Puracé	17,2	0,42	0,32	0,02	0,52	81,52
Tuquerreña	18,13 ± 0,20	81,87 ± 0,20	+ contenido amilosa, geles + fuertes, mayor tendencia a retroregresar.	50	Promedio	Tuquerreña	14,57	0,43	0,35	0,02	0,53	84,09
Parda Pastusa	18,64 ± 0,06	81,34 ± 0,03		50	Promedio	Parda Pastusa	17,2	0,43	0,32	0,02	0,87	81,22
Merengo o Marenga*	10,27 ± 0,78	89,03 ± 0,18		45	Mayor	Merengo o Marenga*	18,82	0,43	0,32	0,04	0,38	80,02

Fuente: Creación propia, 2018

## Anexo 11

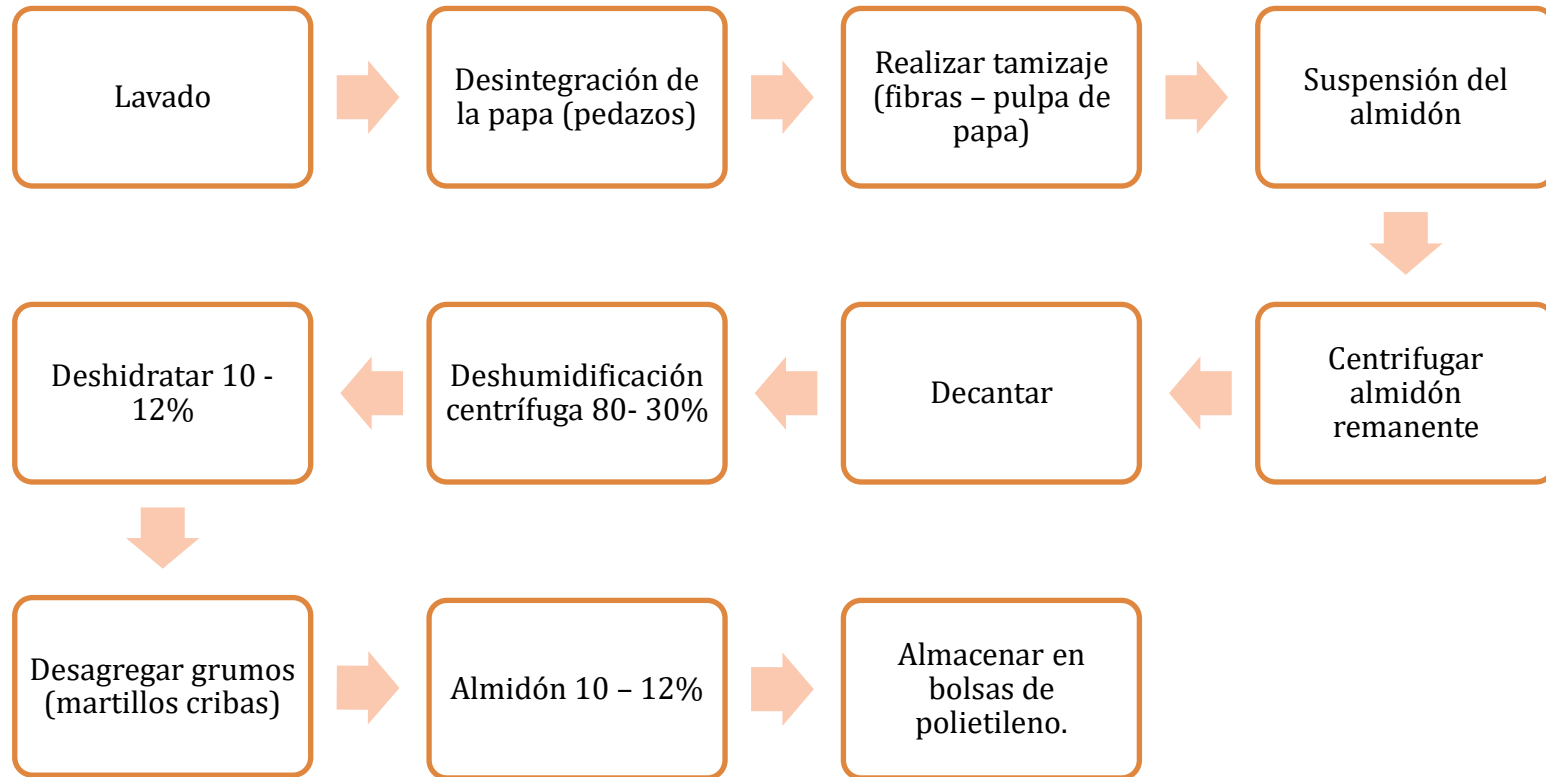


Figura 12. Obtención de almidón de papa por método centrífuga.  
Fuente: Creación propia, 2018

## Anexo 12

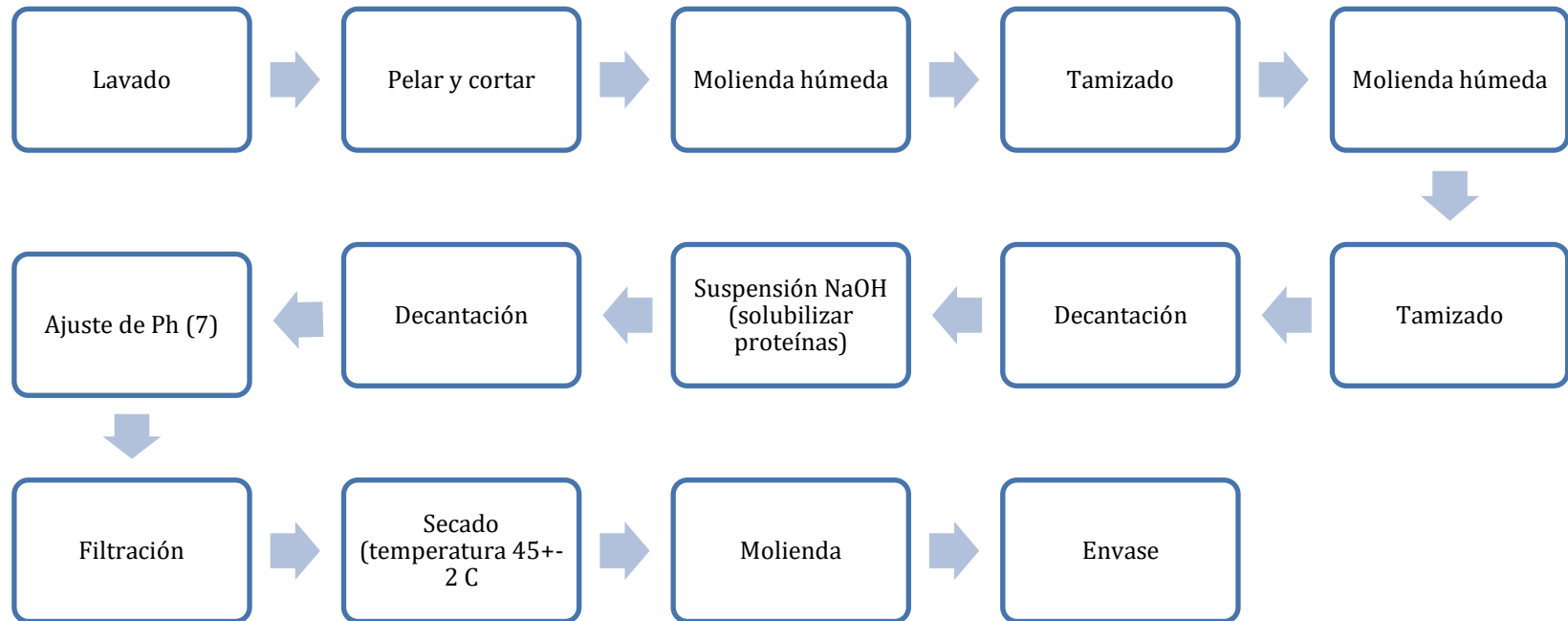


Figura 13. Obtención de almidón de papa método decantación.  
Fuente: Creación propia, 2018

## Anexo 13

Tabla 7. Empresas productoras de almidón

EMPRESA PRODUCTORA	Teléfono	Dirección	Venden almidón de papa? SI / NO	si la respuesta es no, ¿Cuál?	si la respuesta es sí?				
					es importado?	si es nacional, de donde	cuánto vale	cuánto despachan mínimo?	nos pueden enviar la muestra?
INGREDION COLOMBIA S.A.	(2) 4315000/4315111	CARRERA 5 52 56, CALI, VALLE	SI		No suministra información			8,5 ton	No
DETERQUIN Y CIA LTDA	(2) 3357115	Cra. 35 #14C-32, Cali, Valle del Cauca	NO	Dextrina de Yuca - Maíz					
EL FORRAJE S.A.	Teléfono: (+57) (2) 666 9422 Cel: 310 2821018 Servicio al Cliente: 318 7070382	Calle 1 Transversal 3-68 La Dolores (Cali, Colombia)	NO	Harina de Maíz					
QUESERA UNO A SAS	312 5523131	B F 22, Cl. 35 Sur #17c26, Bogotá	No se logra contacto con la empresa con los datos que aparecen en internet						
ALMIDONES DE SUCRE SAS	314 5531353	Km 4.5 Vía Sincelejo - Corozal	NO	Almidón de Yuca					
DISTRIBUIDORA AWE LTDA	1 4031535	1. Cr73 D 35 C S-26	NO	Almidón de Yuca					
TORTIESPANA SAS	(1)2408020	CARRERA 27 A 68 79, BOGOTA, BOGOTA, COLOMBIA	No se logró contacto con la empresa con los datos que aparecen en internet						
COLOMBIANA DE ALMIDONES Y DERIVADOS SA	No se encontró información actualizada de la empresa y no fue posible el contacto con la misma								
GESTION COMERCIAL ANDINA SAS	No se encontró información actualizada de la empresa y no fue posible el contacto con la misma								

Fuente: Creación Propia, 2018





Tabla 7. (Continuación)

EMPRESA PRODUCTORA	Teléfono	Dirección	Venden almidón de papa? SI / NO	si la respuesta es no, Cuál?	si la respuesta es sí?				
					es	si es nacional, de donde proviene?	cuánto vale el kilo?	cuánto despachan mínimo?	nos pueden
COLYUCA SAS	3107553037	CARRERA 68 D 36 A 32 SUR, BOGOTA, BOGOTA	NO	Almidón de Yuca					
UNICOR	3112363962		NO	Harina De Maíz y Naturales modificados					
QUIMICA AROMATICA ANDINA	+57 1 417880	Calle 22B No 30-32	Si	Almidón nativo de papa	SI	Holanda	3350 + IVA	25 kilos	SI
				ALMIDON ELIANE 100 (Modificado)	SI	Holanda	5000 + IVA	25 kilos	SI
				PASELLI BC (MODIFICADO)	SI	Holanda	7600 + IVA	25 kilos	SI
INDUSTRIA COLOMBIANA DE ALMIDONES EL TRIUNFO SAS, SUCRE	3137167303	CALLE DEL TANQUE PEN ON, SAMPUES, SUCRE	NO	Almidón agrio y dulce					
ALMIDONES UNO A	(2) 4431700, (57) (2) 4434749	Sin información	NO	Almidón de Yuca					
ALMICOR	(57) 1 6715509	Cl 167 D 7-26 – Bogotá	SI	Almidón de papa	SI	Colombia Chocontá – Cundinamarca	3000 + IVA	25 kilos	SI

Fuente: Creación propia, 2018

## Anexo 14

Tabla 10. Tipos de desechos de papa

TIPO DE DESECHO A GENERARSE	DETALLE	IMAGEN	Imagen tomada de
Daño por insectos durante proceso productivo	Este tipo de daño ocurre cuando el insecto logra entrar al cultivo y afectar la papa. Depende del manejo que se da al cultivo y puede variar por lo cual no es fácil cuantificar la cantidad de producción con daño a nivel general.		<a href="http://jovenesrurales.minagricultura.gov.co/documents/10180/160303/Plagas+y+enfermedades+de+la+papa-Investigaci%C3%B3n/0a3abf4d-a4db-4be2-ae50-d86db3c8d2ec">http://jovenesrurales.minagricultura.gov.co/documents/10180/160303/Plagas+y+enfermedades+de+la+papa-Investigaci%C3%B3n/0a3abf4d-a4db-4be2-ae50-d86db3c8d2ec</a>
Daño mecánico en cosecha durante el proceso productivo	Este tipo de daño se presenta en el ciclo de la cosecha de la papa, de acuerdo al tipo de herramienta o manera de manipular la misma puede presentar muescas, magulladuras o cortes que afectan la calidad de la papa. La cuantificación de la cantidad de papa que se puede dañar en este momento no se cuantifica a nivel general.		<a href="http://archivos.hortalizas.com/hortalizas/wp-content/uploads/2015/08/potato-bruise-figure-1-300x225.jpg">http://archivos.hortalizas.com/hortalizas/wp-content/uploads/2015/08/potato-bruise-figure-1-300x225.jpg</a>
Deformación del tubérculo durante el proceso productivo	Este tipo de daño ocurre por enfermedades que pueden ingresar al cultivo y afectar la papa. Depende del manejo que se da al cultivo y puede variar por lo cual no es fácil cuantificar la cantidad de producción con daño a nivel general.		<a href="https://www.researchgate.net/figure/Figura-N-14-Tuberculo-normal-superior-izq-y-deformaciones-inducidas-por-estres_fig8_308786084">https://www.researchgate.net/figure/Figura-N-14-Tuberculo-normal-superior-izq-y-deformaciones-inducidas-por-estres_fig8_308786084</a>
Descarte por tamaño inferior a 3 centímetros	En la cosecha la papa se comercializa de acuerdo a los siguientes tamaños: Superior a 9 centímetros, comercio normal entre 5 y 9 centímetros, papa pareja entre 3 y 5 centímetros. Cuando la papa cosechada tiene un tamaño inferior a los 3 centímetros se denomina papa tipo Riche la cual es de difícil comercialización por lo cual los productores la denominan papa de descarte y es utilizada para alimentar al ganado y otros animales. Al igual que las anteriores este tipo de desecho o residuo es difícil de cuantificar.		Tomada de papa adquirida en cultivos de Ventaquemada Boyaca, Productor: Pedro Briceño

Fuente: Creación propia, 2018



## Anexo 15

Tabla 11. Información entrevista con productores de papa.

Nombre entrevistado	Edad	Municipio	Vereda	Nivel escolaridad	Actividad económica principal	Actividad económica secundaria	Fuente principal de ingreso
Jose Castro	62	Ventaquemada	Montoya	Primaria	Producción agrícola	Producción pecuaria (ganado)	Producción pecuaria (ganado)
Jesus Porras	53	Ventaquemada	Puente de Piedra	Secundaria	Oficios	Producción agrícola	Oficios construcción
Jorge Arevalo	48	Ventaquemada	Montoya	Secundaria	Producción agrícola	Producción pecuaria (ganado)	Producción agrícola
Pedro Briceño	56	Ventaquemada	Capellanía	Tecnológico	Producción agrícola	Comerciante	Producción agrícola

Fuente: Creación propia, 2018

Tabla 11a. Información entrevista con productores de papa

Nombre entrevistado	Hectareas utilizadas	cultivo de papa Variedad	área cosechada Hectareas	Producción Toneladas	Papa generada por descarte toneladas	Descarte usado como semilla bultos
Jose Castro	3	Ica única	1	30	30	30
		Parda Pastusa	0,5	15	10	10
		Criolla	0,5	10	15	15
Jesus Porras	1	Pastusa Suprema	1	34	60	66
Jorge Arevalo	2	Diacol Capiro	28	28	6	40
		Criolla	15	15	1	10
Pedro Briceño	2	Diacol Capiro	1	30	5	100
		Nativa	1	15	1	40

Fuente: Creación propia, 2018

Tabla 11b. *Información entrevista con productores de papa*

Nombre entrevistado	% pérdida daño insecto	% pérdida daño mecánico	% pérdida daño deformación	% pérdida tamaño (riche)	De la pérdida cuánto deja para autoconsumo?	De la pérdida cuánto deja para alimento ganado?	Pérdida como residuo?
Jose Castro	6	1	2	10	3	19	0
Jesus Porras	0	6	0	60	0	70	0
Jorge Arevalo	No clasificado	No clasificado	No clasificado	No clasificado	10	30	0
Pedro Briceño	No clasificado	No clasificado	No clasificado	No clasificado	5	45	0
					1	0	0

Fuente: Creación propia, 2018

Tabla 11c. *Información entrevista con productores de papa*

Nombre entrevistado	Comercio y venta de producción	Precio venta papa pérdida por bulto	Costo transporte a Bogotá de papa pérdida por bulto	¿Vende fácilmente la papa de descarte?	¿Prefiere que se pierda a transportarla a Bogotá	¿Disposición a vender a menor precio papa descarte comprada en sitio?	Precio venta papa pérdida por bulto	¿Interés por participar en proyecto para fabricar almidón para uso industrial?
José Castro	Mercado local - Comercializada con intermediario	10000	3500	NO	SI	SI	8000	SI
Jesús Porras	Mercado local - Comercializada directa	55000	14000	NO	NO	SI	15000	SI
Jorge Arévalo	Mercado local - Comercializada con intermediario	10000	4000	SI	SI	SI	5000	SI
Pedro Briceño	Mercado local - Comercializada con intermediario	No se pierde	No se pierde	No se pierde	SI	SI	5000	SI
	Mercado Nacional - Comercio Directo							

Fuente: Creación propia, 2018

## Anexo 16

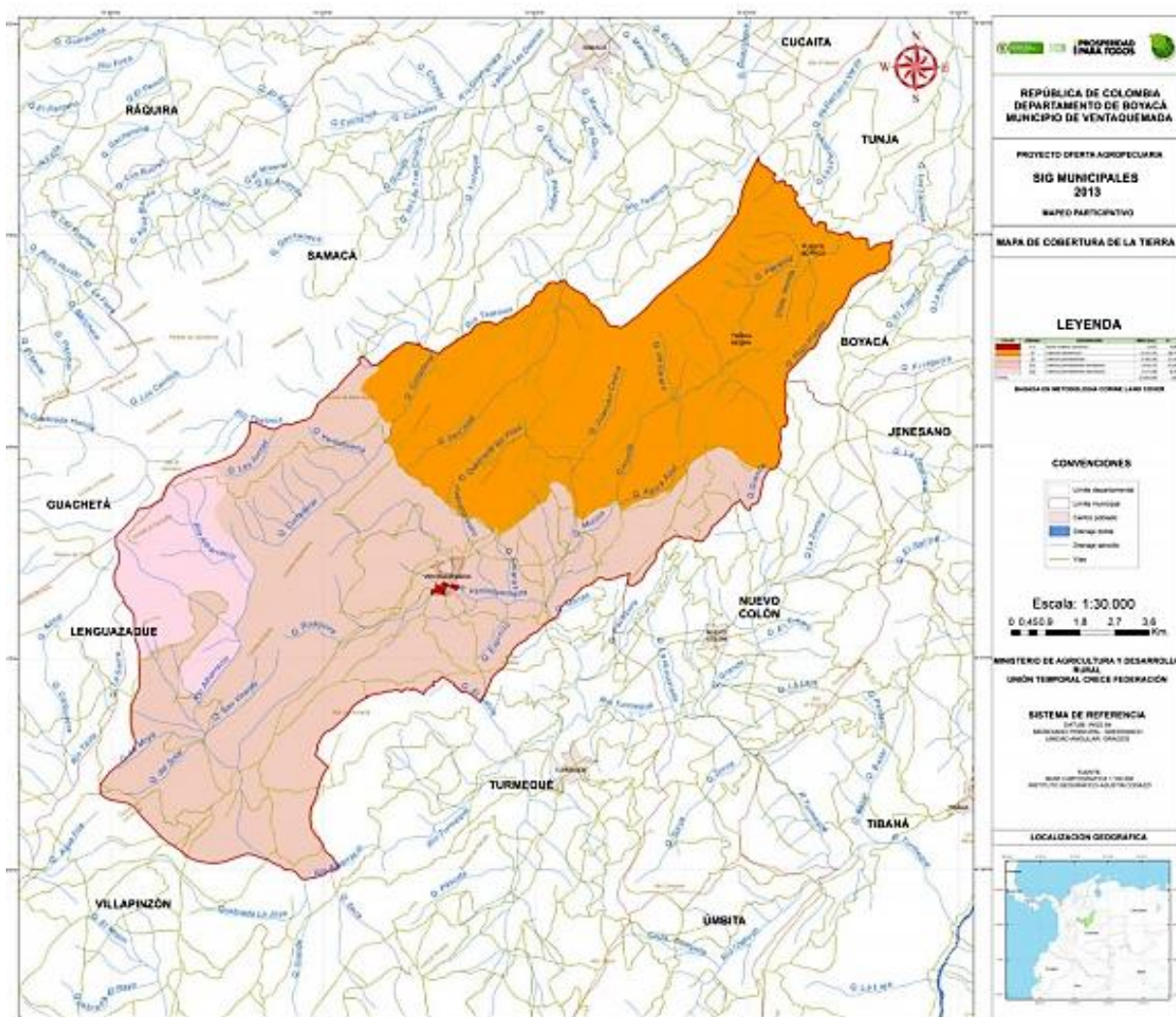


Figura 15. Mapa de uso del suelo. Municipio de Ventaquemada, Departamento de Boyacá

Fuente: [http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11438/7548/1/SIG-MUNICIPALES%20VENTAQUEMADA\\_BOYAC%C3%81.pdf](http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11438/7548/1/SIG-MUNICIPALES%20VENTAQUEMADA_BOYAC%C3%81.pdf)

Anexo 17

Tabla 12. Matriz SWOT

		CONTEXTO INTERNO		CONTEXTO EXTERNO		
		STRENGTHS (Fortalezas)	PESTEL	WEAKNESSES (Debilidades)	PESTEL	
	F1		P	D1	P	
	F2		E	D2	E	
	F3		S	D3	S	
	F4		T	D4	T	
	F5		E	D5	E	
	F6		L	D6	L	
OPPORTUNITIES (Oportunidades)		PESTEL	Cuadrante 1: Fortalezas internas combinadas con oportunidades externas		Cuadrante 2: Debilidades internas relativas a oportunidades externas	
O1	P					
O2	E					
O3	S					
O4	T					
O5	L					
TREATHS (Amenazas)		PESTEL	Cuadrante 3: Fortalezas internas combinadas con amenazas externas		Cuadrante 4: Debilidades internas relativas a amenazas externas	
A1	P					
A2	E					
A3	S					
A4	T					
A6	L					

Fuente: Creación propia, 2018

Anexo 18

Tabla 13. Matriz de interacción

Opportunity \ Strength	F1 Organización con mas de 30 años de trayectoria en el mercado	F2 Sistema de gestión de calidad y BASC certificado desde hace 10 años	F3 Reconocimiento como empresa de servicios de seguridad privada en el sector	F4 Instalaciones de la sede principal en sector central: Ubicación geográfica	F5 Desarrollo de actividades que permiten el bienestar del personal	F6 Contratación a personal operativo y administrativo a término indefinido	F7 Proceso de gestión humana organizado	F8 Infraestructura y soporte adecuado para captar nuevos clientes y mantener los actuales	F9 Equipo de trabajo comprometido para alcanzar los objetivos planteados y la mejora continua	F10 Socio Mayoritario de la organización con reconocimiento y reputación en el sector	F11 Desarrollo de inversiones para el mejoramiento y optimización organizacional	F12 Procesos de capacitación y formación al personal con apoyo de ARL SURA	F13 Mejoramiento de imagen corporativa	
	RECURSO	RECURSO	CAPACIDADES	CAPACIDADES	CAPACIDADES	CAPACIDADES	RECURSO	RECURSO	CAPACIDADES	CAPACIDADES	CAPACIDADES	CAPACIDADES	CAPACIDADES	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
O1 Potencial de inversión extranjera en el país por nuevo gobierno	0	0	+	+	0	0	0	+	0	+	+	0	+	6
O2 Implementar y certificar sistemas de gestión asociados a antisoborno, SIPLAFT, RSE y ambiental	+	+	+	0	0	0	+	+	+	+	+	+	+	10
O3 Tendencia de avances tecnológicos para innovar en procesos comerciales (internet, redes sociales, medios de comunicación)	0	0	+	0	0	0	0	+	+	+	+	0	+	6
O4 Participación en clusters, redes, formación, asesoría y ruedas de negocio que promociona la camara de comercio de Bogotá	0	0	+	0	0	0	0	+	+	+	+	0	+	6
O5 Aprobación de proyecto de ley asociado a licencia de funcionamiento por término indefinido	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
O6 Ingreso a nuevos mercados por ubicación de instalaciones de la empresa en sector comercial y residencial	+	+	+	+	0	+	0	+	+	+	+	0	+	10

Fuente: Creación propia, 2018

## Anexo 19

Tabla 14. Matriz VRIO

MATRIZ VRIO	TIPO	Valioso?	Raro?	Inimitable?	Organizacional?	Resultado de existencia o inexistencia ventaja competitiva
Fortaleza 1	IMAGEN	V – Value (Valor): ¿Es éste un recurso de valor? ¿Podemos explotar una oportunidad o neutralizar una amenaza externa con este recurso?	R – Rarity (Raro, de acceso Reducido): ¿Está este recurso sólo en manos de unos pocos? ¿O por el contrario está al alcance de todos?	I – Imitability (Imitable): ¿Este recurso es difícil de imitar? A un competidor que quisiera este recurso, ¿le será costoso obtenerlo o desarrollarlo?	O – Organization (Organización): ¿Está la compañía organizada para explotar este recurso al 100%?	a) No existen "SI" desventaja competitiva b) Solo en Valioso "SI" paridad competitiva ni suma ni resta c) Solo en Valioso y Raro "SI" Ventaja competitiva temporalmente d) Solo en Valioso, raro e inimitable "SI" Ventaja competitiva aún por explotar e) Todos "SI" Ventaja competitiva sostenida
Fortaleza 2	CULTURA					
Fortaleza 3	IMAGEN					
Fortaleza 4	IMAGEN	NO	NO	NO	NO	Desventaja Competitiva
Fortaleza 5	CULTURA	SI	NO	NO	NO	Paridad Competitiva ni suma ni resta
Fortaleza 6	HUMANO	SI	SI	NO	NO	Ventaja competitiva temporalmente
Fortaleza 7	IMAGEN	SI	SI	SI	NO	Ventaja competitiva aún por explotar
Fortaleza 8	SOCIAL	SI	SI	SI	SI	<b>Ventaja Competitiva Sostenida</b>

Fuente: Creación propia, 2018

## Anexo 20

### Lista de verificación de sostenibilidad ambiental y socioética

- Definir el listado de los actores o partes interesadas que se involucran en el desarrollo de la industria. Es importante tener en cuenta los actores externos (Gobierno, universidades, centros de investigación, competidores, asociaciones, comunidad, ecologistas, entre otros) y los actores internos (clientes, proveedores, empleados, accionistas)
  - Identificar cuál es la motivación o interés de cada uno de los actores identificados.
  - Identificar cómo cada uno de los actores contribuye o aporta al sistema para la industria de bioplásticos basados en almidón de papa.
  - Identificar los beneficios ambientales que puede aportar o generar o recibir cada uno de los actores, basándose en la lista de criterios que se encuentra en la Tabla 15. *Lista de beneficios de sostenibilidad ambiental y socioética*
  - Identificar los beneficios sociales y éticos que puede aportar o generar cada uno de los actores, basándose en la lista de criterios que se encuentra en la Tabla 15. *Lista de beneficios de sostenibilidad ambiental y socioética*
  - Identificar cuál es el beneficio económico que cada uno de los actores identificados puede obtener de la industria.

Tabla 15. Lista de beneficios de sostenibilidad ambiental y socioética

Preguntas sostenibilidad ambiental	
1. Optimización de la vida útil del sistema	¿Se utiliza infraestructura en el sistema con una corta vida útil?
	¿Se usan productos desechables de empaque o soporte?
	¿Parte del sistema tiende a ser tecnológicamente obsoleto?
	¿El sistema se usa individualmente, cuando se puede compartir en algunas de sus partes?
	¿Algunas partes del sistema (producto, infraestructura, ...) se pueden desgastar más fácilmente que otras?
	¿El sistema no tiene servicios de mantenimiento y actualización?
2. Reducción de distribución de transporte	¿Hay algún transporte excesivo de bienes?
	¿Hay un transporte excesivo de productos o por producto?
	¿Hay algún transporte excesivo de personas?
	¿Los medios de transporte en servicio están completamente usados?
	¿Hay un uso excesivo del paquete?
3. Reducción de recursos	¿El sistema consume una gran cantidad de energía?
	¿El sistema consume una gran cantidad de recursos naturales? ¿El sistema absorbe una gran cantidad de consumibles?
	¿Los empaques, productos, son altamente intensivos en materiales?
	Minimización / valorización de residuos con trabajo forzado o infantil?
4. ¿Todos los residuos terminan en un vertedero?	¿El sistema produce grandes cantidades de desechos al final de la vida útil del sistema?
	¿Los productos de producción, embalaje y soporte producen grandes cantidades de residuos de vertederos?
5. Conservación / biocompatibilidad	¿Toda la energía producida a partir de combustibles fósiles?
	¿Toda la energía producida proviene de recursos agotadores?
	¿El sistema utiliza principalmente materiales agotados y / o no renovables para el proceso de producción?
	¿El sistema usa principalmente materiales agotados y / o no renovables para productos, empaques e infraestructura?
6. Reducción de toxicidad	¿Los recursos procesados son tóxicos o potencialmente tóxicos para los trabajadores?
	¿Los recursos procesados son tóxicos o potencialmente tóxicos durante la distribución?
	¿Los recursos procesados son tóxicos o potencialmente tóxicos para el usuario?
	¿El producto, los productos de soporte, el embalaje o la infraestructura son tóxicos o potencialmente tóxicos durante los tratamientos posteriores al servicio?
	¿Hay algún problema con el trabajo forzado o infantil?

Fuente: Lens Network, s.f.



Tabla 15. (Continuación)

Preguntas sostenibilidad socio ética	
1. Mejorar el empleo / condiciones de trabajo	¿Hay algún problema con la salud y la seguridad?
	¿Hay algún problema de discriminación en el lugar de trabajo?
	¿Hay algún problema con la sobrecarga de trabajo o salarios inadecuados?
2. Mejorar la equidad y la justicia en relación con las partes interesadas	¿Las partes interesadas critican el sistema de suministro?
	¿El cliente / usuario final critica el sistema de suministro?
	¿Son las relaciones injustas entre la sociedad?
	¿Las relaciones injustas con proveedores, subcontratistas, subproveedores?
3. Permitir un consumo responsable y sostenible	¿El cliente / usuario final puede reconocer clara y fácilmente la (in) sostenibilidad social a lo largo de toda la cadena de producción de valor?
	¿El cliente / usuario final puede comprender el comportamiento responsable / sostenible del sistema de suministro?
4. Favorecer / integrar estratos más débiles y marginados	¿El sistema de suministro crea obstáculos o limita el acceso a personas con un estatus social más débil?
	¿El sistema de oferta es accesible para personas con menores ingresos?
	¿El sistema de ofertas favorece de alguna manera a la marginación de las personas?
5. Mejorar la cohesión social	¿El sistema de oferta está creando o favoreciendo cualquier forma de exclusión intra-género, intra-generacional, intra-cultural?
	¿El sistema de ofertas está creando o favoreciendo cualquier forma de discriminación?
6. Empoderar / valorizar los recursos locales	¿El sistema de referencia actual empobrece las identidades y los valores culturales locales?
	¿El sistema de referencia actual ofrece solo soluciones / pocas variaciones para todas las religiones y culturas?
	¿El sistema de referencia actual tiene un impacto negativo en el bienestar social de la comunidad local?
	¿El sistema actual está empobreciendo las economías locales?
	¿El sistema está absorbiendo recursos locales no renovables?

Fuente: Lens Network, s.f.

Anexo 21

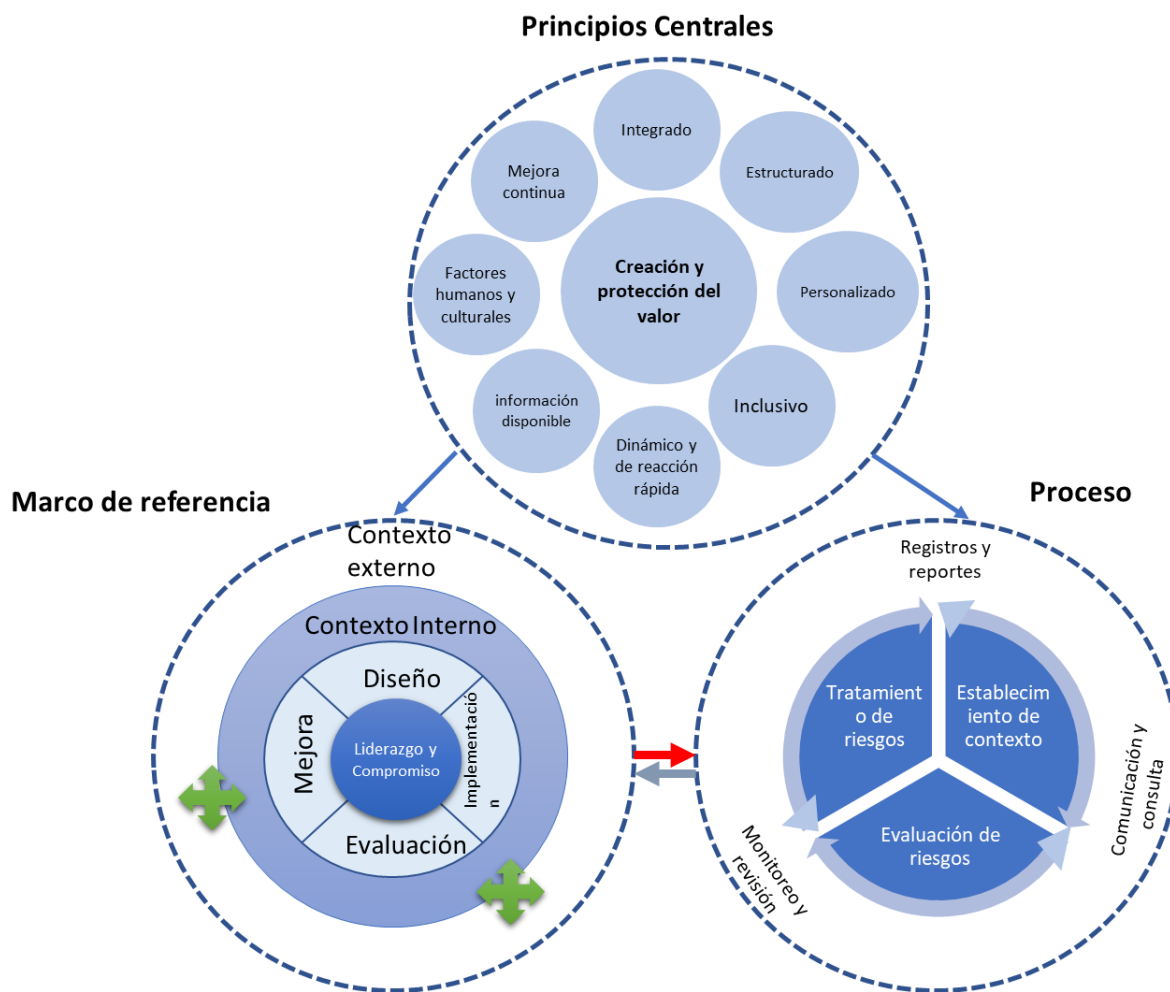


Figura 18. Modelo gestión del riesgo ISO 31001:2011  
 Fuente: Creación propia, 2018

## Anexo 22

Tabla 18. Evaluación Probabilidad e Impacto. Riesgos Negativos/Amenazas

PROBABILIDAD				
0-5%	5-25%	25-60%	60-85%	85-100%
No se ha presentado en los últimos 5 años. El evento puede ocurrir solo en circunstancias excepcionales.	Al menos una vez en los últimos 5 años. El evento puede ocurrir en algún momento	Al menos una vez en los últimos 2 años. Es probable que ocurra el evento	Al menos una vez en el último año. El evento muy probablemente ocurrirá	Más de una vez al año. Se espera que el evento ocurra en la mayoría de las circunstancias
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Casi imposible</b>	<b>Poco probable</b>	<b>Probable</b>	<b>Muy probable</b>	<b>Casi cierta</b>

Fuente: Creación propia, 2018

Tabla 18. (Continuación)

<b>Evaluación Impacto Riesgos Negativos/Amenazas (-)</b>						Homologación Aspectos e Impactos Ambientales	Impacto/ Consecuencias Negativo(a)s
Tratamientos Potenciales: Terminar (eliminar/ rediseñar/evitar/sustituir) - Tratar (mitigar/controlar) - Transferir - Tolerar y monitorear (retener/ aceptar)							
Impacto sobre Objetivos del proyecto/ compañía							
Costo	Calidad	Daño ambiental	Daño reputacional	Asuntos legales y regulatorios	Daño social y comunitario		
>20% de incremento en el costo	El producto/ servicio final del proyecto es totalmente inutilizable	Efecto ambiental extremo con deterioro de la función del ecosistema. Efectos generalizados a largo plazo en área significativa.	Amenaza extremadamente seria para el funcionamiento de la empresa, incluyendo en medios y público	Multa significativa, encarcelamiento, cierre de la empresa	Impacto severo extremo, generalizado socialmente o sobre la mano de obra o los derechos humanos.		Extremo/ Muy Alto
10-20% de incremento en el costo	la reducción de la calidad es inaceptable para el cliente	Efecto ambiental grave con un deterioro de la función del ecosistema. Impacto relativamente generalizado, de mediano a largo plazo.	Atención adversa seria de los medios y el público. El funcionamiento de la empresa está cuestionado.	Violación mayor de las normas o litigios mayores	Asuntos sociales persistentes, impacto mayor sobre la mano de obra o los derechos humanos. Daño o violación grave de patrimonio cultural valorado.	Alto	Mayor / Alto
5-10% de incremento en el costo	la reducción de la calidad requiere aprobación del cliente	Efecto significativo sobre el ambiente biológico o físico que no afecta la función del ecosistema. Impacto generalizado significativo de corto a mediano plazo.	Quejas o atención adversa moderada del público y los medios locales	Moderada violación de las normas con reporte a la autoridad	Impacto social moderado a mediano plazo o impactos sobre la población en materia de mano de obra y derechos humanos. Daño moderado a un patrimonio.	Medio	Moderado
<5% de incremento en el costo	Sólo aplicaciones muy exigentes son afectadas	No hay efecto o impacto de bajo nivel duradero sobre el ambiente biológico o físico. Daños menores a un área pequeña de poca importancia.	La preocupación del público se restringe a quejas locales. Continua atención del público u otras partes interesadas	Asunto legal de leve impacto/ violación de las directrices de la empresa	Impacto de bajo nivel en materia social, cultural y de mano de obra y derechos humanos. Daño menor reparable a estructuras de la comunidad.		Menor/ Bajo
Incremento insignificante del costo	Disminución de la calidad apenas apreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Bajo	Insignificante

Fuente: Creación propia, 2018

## Anexo 24

Tabla 20. Explicación de la matriz VRIO

MATRIZ VRIO		TIPO	¿Valioso?	¿Raro?	¿Inimitable?	¿Organizacional?	Resultado de existencia o inexistencia ventaja competitiva
F8	Crecimiento en investigación y desarrollo para producir localmente biopolímeros basados en almidón	KNOW HOW	SI	SI	SI	SI	Ventaja competitiva sostenida
F11	Disponibilidad de información asociada a los impactos ambientales y problemática ambiental por la producción y consumo de plástico convencional	KNOW HOW	SI	SI	SI	SI	Ventaja competitiva sostenida
F3	Disposición de productores de papa de COOINPAVEN municipio de Ventaquemada en vender la papa de desecho al 50% del valor comercial.	RELACIÓN CON PARTES INTERESADAS	SI	SI	SI	NO	Ventaja competitiva aún por explotar
F5	Apoyo del gobierno con recursos asociados a impulsar proyectos sostenibles	FINANCIEROS	SI	SI	SI	NO	Ventaja competitiva aún por explotar
F9	Producción de biopolímeros con la misma tecnología utilizada para la producción de plástico convencional Polietileno	TECNOLÓGICOS	SI	SI	SI	NO	Ventaja competitiva aún por explotar
F10	Cultivos de tubérculos como papa y yuca que tienen un gran porcentaje de contenido de almidón	PROCESO	SI	SI	SI	NO	Ventaja competitiva aún por explotar
F4	Inicio de apertura en la comercialización de biopolímeros importados	KNOW HOW	SI	SI	NO	NO	Ventaja competitiva temporal
F6	Creación de centros de agregación de valor en el municipio de Villapinzón en los cuales se incluirá el procesamiento de almidón	TECNOLÓGICOS	SI	SI	NO	NO	Ventaja competitiva temporal
F12	Iniciativa legal en resolución 668 de 2016 sobre la prohibición de circulación de bolsas con tamaño menor a 30x30 centímetros y mayor resistencia a las de mayor tamaño.	CAPACIDAD ORGANIZATIVA	SI	SI	NO	SI	Ventaja competitiva temporal
F13	Plan de negocios verdes planteado por el ministerio de ambiente	CAPACIDAD ORGANIZATIVA	SI	SI	NO	SI	Ventaja competitiva temporal
F7	Sensibilización de nuevas generaciones de consumidores de bolsas plásticas que no impacten el ambiente	KNOW HOW	SI	NO	NO	SI	Paridad competitiva ni suma ni resta
F1	Política global protocolo global de plásticos, agenda 21, RIO +20, otras asociadas a minimizar y reducir consumo de plásticos a nivel mundial	CAPACIDAD ORGANIZATIVA	SI	NO	SI	NO	Paridad competitiva ni suma ni resta
F2	Política nacional de producción y consumo sostenible	CAPACIDAD ORGANIZATIVA	SI	NO	NO	NO	Paridad competitiva ni suma ni resta

Fuente: Creación propia, 2018

## Anexo 25

## Identificación de Riesgos

Etapa	Actividad asociada	Descripción del Riesgo	Causa Raíz (¿Qué lo origina...?)	Efecto o Consecuencia (¿Cuál es su impacto...?)
Adquisición de papa desecho	Adquisición de papa desecho	R1: Abastecimiento insuficiente de papa desecho por parte de productores de papa	no tener una capacidad de producción de manera rápida asociando costos y rendimiento	No se podría tener materia prima (almidón de residuo de papa) suficiente para producir
Adquisición de papa desecho	Adquisición de papa desecho	R2: Abastecimiento insuficiente de papa desecho por no diversificar los aliados proveedores	no tener una capacidad de producción de manera rápida asociando costos y rendimiento	No se podría tener materia prima (almidón de residuo de papa) suficiente para producir
Obtención de materia prima	Procesamiento de papa desecho para obtención de almidón	R3: Insuficiente contenido (calidad y cantidad) de almidón de la papa desecho adquirida	no tener una capacidad de producción de manera rápida asociando costos y rendimiento	No se podría tener materia prima (almidón de residuo de papa) suficiente para producir
Obtención de materia prima	Procesamiento de papa desecho para obtención de almidón	R4: Sobrecosto en procesamiento de almidón por cantidad insuficiente del mismo	no tener cantidad suficiente de almidón para procesar	El valor del biopolímero sería más alto que el promedio del mercado y se puede dejar de comprar el almidón al productor nacional
Obtención de materia prima	Procesamiento de papa desecho para obtención de almidón	R5: Procesos de producción ineficientes y con obsolescencia	no contar con información adecuada en investigación y desarrollo de producto, tecnológico, ingeniería y política pública	No se puede cubrir demanda asociada a una producción en el país de biopolímeros y se puede dejar de comprar el almidón al productor nacional
Obtención de biopolímero	Procesamiento de biopolímero con almidón de residuos de papa	R6: No obtener el biopolímero para película (bolsas) por no contar con información adecuada en investigación y desarrollo de producto, tecnológico, ingeniería y política pública	no contar con información adecuada en investigación y desarrollo de producto, tecnológico, ingeniería y política pública	No se logre generar innovación y desarrollo de producto basado en almidón de residuo de papa, y solo sea una iniciativa

Etapa	Actividad asociada	Descripción del Riesgo	Causa Raíz (¿Qué lo origina...?)	Efecto o Consecuencia (¿Cuál es su impacto...?)
Obtención de biopolímero	Procesamiento de biopolímero con almidón de residuos de papa	R7: Sobrecosto en procesamiento del biopolímero por error en pronósticos de ventas (oferta vs demanda)	demanda de producto baja	No se pueda comercializar el producto y se generen pérdidas y se quedaría solo como una iniciativa de gestión ambiental integral fallida
Obtención de biopolímero	Procesamiento de biopolímero con almidón de residuos de papa	R8: Procesos de producción ineficientes y maquinaria poco tecnificada	no contar con información adecuada en investigación y desarrollo de producto, tecnológico, ingeniería y política pública	No se puede cubrir demanda asociada a una producción en el país de biopolímeros y se quedaría solo como una iniciativa de gestión ambiental integral fallida
Comercialización del biopolímero	Mercadeo	R9: Pérdidas económicas por restricciones que se impongan para salir al mercado generadas por competidor	industriales de plástico polímeros realicen alianzas para bloquear el ingreso y potencialización de esta industria	Se dé continuidad uso de plástico convencional y no se reduzca la contaminación. No se pueda comercializar el producto y se generen pérdidas.
Comercialización del biopolímero	Comercialización	R10: Pérdida de mercado por no mantener precios competitivos respecto a los de competidores que importan biopolímeros	ingreso de importaciones sin restricciones arancelarias que permitan que el precio del producto sea menor al fabricado nacionalmente	Los fabricantes nacionales de biopolímeros no lo sigan produciendo y se decida solo comprar importado lo que implica que los residuos de papa no tendrían comercialización.
General	Cumplimiento legal	R11: Pérdidas económicas por cambios en legislación ambiental que no favorezcan la industria de biopolímeros	cambios legales que no favorezcan la industria	Aumento en el precio lo que potencializaría riesgos anteriores
General	Gestión ambiental	R12: Identificación y valoración inadecuada de aspectos e impactos ambientales en el proceso de producción de almidón y biopolímeros	desconocimiento de impactos ambientales por el proceso de producción de biopolímeros en toda la cadena de valor	Imagen de la industria de incoherencia en la gestión ambiental y que solo los vean como un negocio y no un aporte a reducir la contaminación
General	Gestión ambiental	R13: Inadecuado o ausencia de seguimiento a los controles definidos para mitigar los impactos ambientales que se generen en el proceso de	desconocimiento de impactos ambientales por el proceso de producción de biopolímeros en toda la cadena de valor	Imagen de la industria de incoherencia en la gestión ambiental y que solo los vean como un negocio y no un aporte a reducir la contaminación

Etapa	Actividad asociada	Descripción del Riesgo	Causa Raíz (¿Qué lo origina...?)	Efecto o Consecuencia (¿Cuál es su impacto...?)
		producción de almidón y biopolímeros		



## Anexo 26

### Resultados obtención de biopolímero de almidón de papa

En este anexo se pueden encontrar las tablas asociadas a la información de cantidad de reactivos, temperaturas, fecha de prueba, resultados y registros fotográficos del desarrollo del proceso de elaboración de biopolímeros basados en almidón de papa por medio del método de casting.

#### Prueba 1

PRUEBA	Fecha	Tiempo preparación	Temp Agua baño maría				
			grados centígrados				
#1	28/03/2018	3 minutos	75 sin baño maría				
Temperatura interna	Almidón		Glicerina	Agua	Bicarbonato		Ácido Acético
grados centígrados	gr	ml	ml		gr	ml	ml
No se toma temperatura	15,00	26,32	10,00	105,00	2,50	4,39	0

Observación: Se realiza de acuerdo a documento Thermoplastic Starch – Potato Plastic

Registro fotográfico:



#### Prueba 2

PRUEBA	Fecha	Tiempo preparación	Temp Agua baño maría				
			grados centígrados				
#2	14/05/2018	11 minutos	90				
Temperatura interna	Almidón		Glicerina	Agua	Bicarbonato		Ácido Acético
grados centígrados	gr	ml	ml		gr	ml	ml
53,00	15,00	26,32	5,00	250,00	2,50	4,39	0

Observaciones: La temperatura del agua es 90 grados centígrados, a los 9 minutos se gelatiniza, se agrega bicarbonato y se deja 120 segundos. Se vierte en moldes. El material resultante es de textura no pegajosa, al lavar implementos no se pega en los recipientes. A los 7 días el molde bandeja de película está completamente seco, los moldes cuchara y cubo han perdido su volumen, pero aún se identifican partes húmedas. En el molde cilíndrico sigue totalmente líquida la mezcla. El 2 de junio de 2018 la mezcla del vaso se vierte en un plato desechable de icopor y comienza a secarse la mezcla creando pedazos de biopolímero.



Preparación de la mezcla de la prueba #2



Mezcla vertida en diferentes moldes prueba #2

Registro fotográfico:



21 de Mayo 2018 prueba #2  
En moldes de cuchara y cubo no seca en totalidad la mezcla y la misma se deshace.



21 de Mayo 2018 prueba #2  
En moldes de bandeja la mezcla a secado en su totalidad y se puede desprender en una sola pieza la película de biopolímero



11 de Junio 2018  
 prueba #2  
 El 2 de junio se migra el molde vaso que no había secado a un plato de icopor, la mezcla se comienza a secar generando pedazos duros del biopolímero.

**Prueba 3**

PRUEBA	Fecha	Tiempo preparación	Temp Agua baño maría grados centígrados					
#3	14/05/2018	5 minutos	90					
Temperatura interna grados centígrados	Almidón Gr	Glicerina ml	Agua Ml	Bicarbonato gr	Ácido Acético ml	Ácido Acético Ml		
56,00	15,00	26,32	0,00	105,00	2,50	4,39	10,00	

Observación: En esta prueba se resalta que la temperatura del agua baño maría se encuentra a 90 grados centígrados y la temperatura de la mezcla 55 grados aumentando 2 grados respecto a la mezcla de la prueba número 2. En esta prueba se genera una gelatinización en un tiempo de 5 minutos-mientras que en la prueba 2 ocurrió a los 9 minutos. Al agregarse el bicarbonato se genera una reacción química entre este compuesto y el ácido acético con una duración de aproximadamente 20 segundos, generando la expulsión de gas, después de ello se estabiliza la mezcla y se deja

120 segundos. Posterior a ello se vierte en moldes donde se observa una textura pegajosa respecto a la prueba 2 que no es pegajosa y se percibe un olor muy fuerte del ácido acético el cual permanece en la muestra del biopolímero durante los 7 días de observación.

Registro fotográfico:



Preparación de la mezcla de la prueba #3  
Se observa encerrado proceso de ebullición al agregar el ácido acético



Mezcla vertida en  
diferentes moldes  
prueba #3



21 de Mayo 2018 prueba #3  
En moldes de vaso y cubo no  
seca en totalidad la mezcla y  
la misma se deshace.

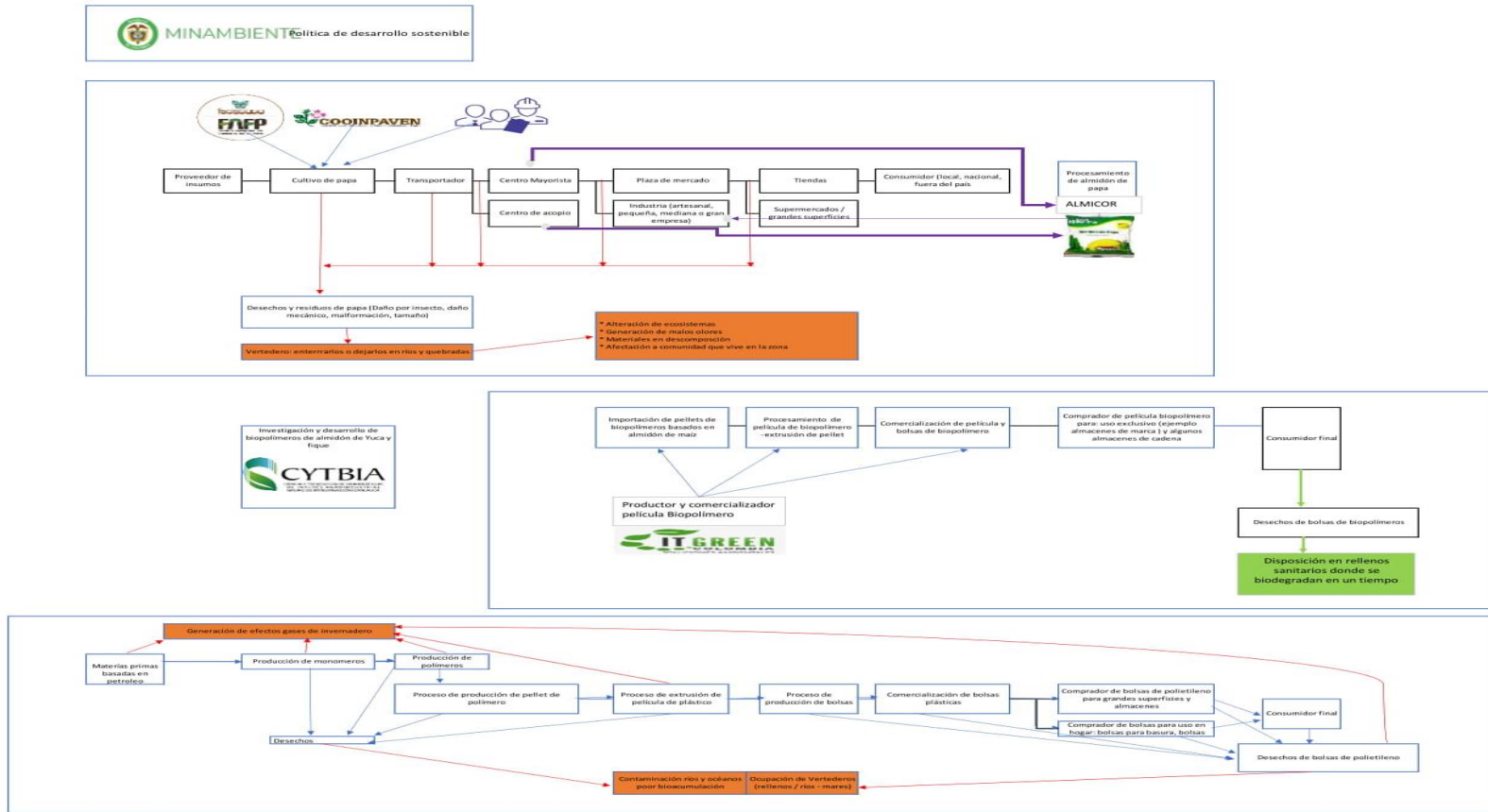


21 de Mayo 2018 prueba #2  
En moldes de bandeja la mezcla a  
secado en su totalidad pero no se puede  
desprender fácilmente. Al retirar se  
rompe y es una película más elástica.

Una vez realizadas las pruebas se puede concluir que las mismas nos permiten observar que con almidón de papa en Colombia se puede comenzar la investigación y desarrollo de la producción de biopolímeros, de igual manera se destaca que con este tipo de pruebas que son caseras para la prueba dos se observa una muestra visual de película de biopolímero la cual no se degrada o daña con facilidad. Se recomienda enviar a pruebas de resistencia y otros ensayos estas muestras para así validar su compatibilidad con otros materiales biopoliméricos que ya cuentan con mayor desarrollo.

Anexo 27

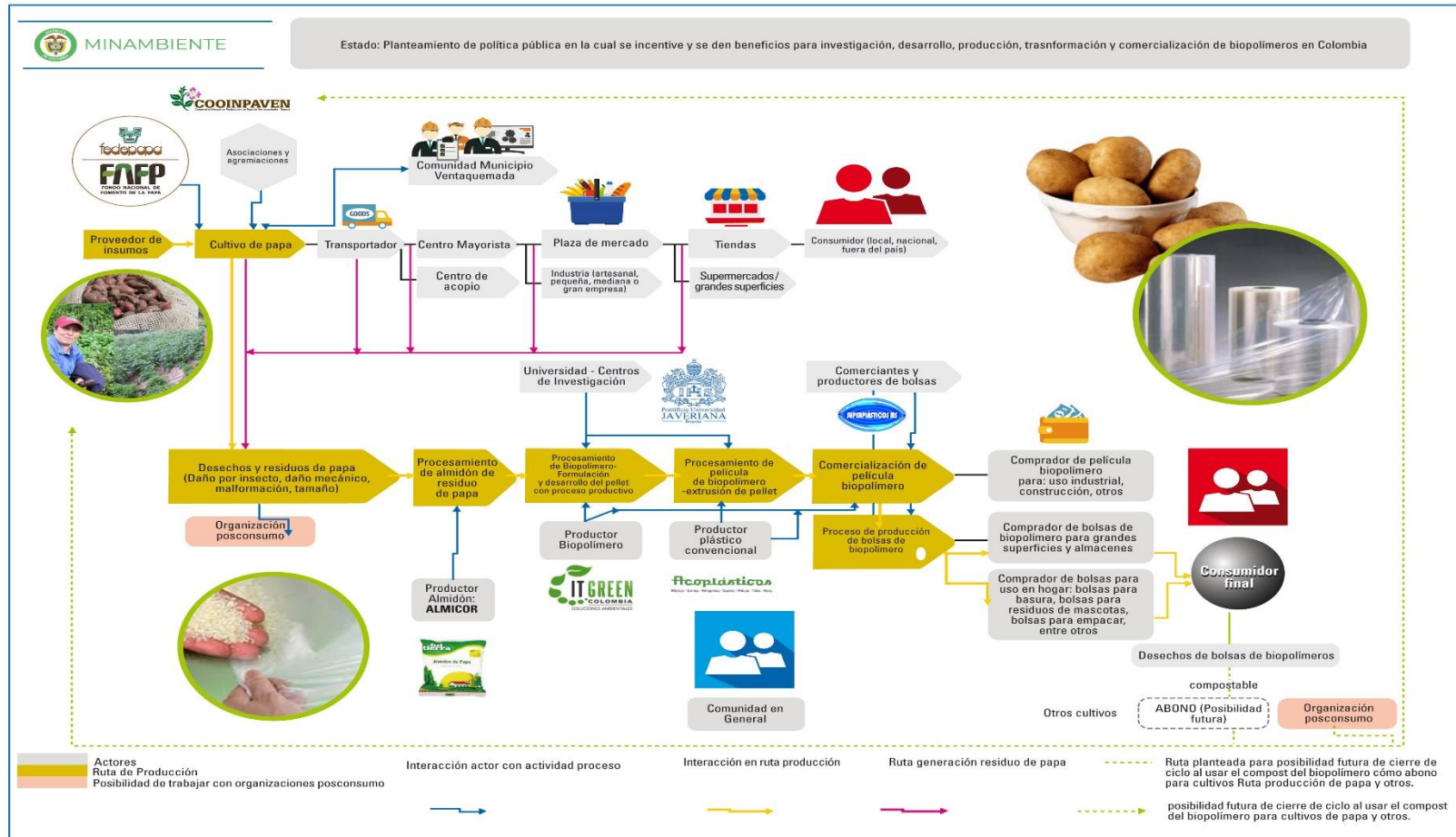
Modelo actual de producción de biopolímeros en Colombia



Fuente: Creación propia, 2018

Anexo 28

Modelo integrado estado, academia y empresa



Fuente: Creación propia, 2018



