

**PROPUESTA DE APROVERCHAMIENTO RESIDUO DEL ALMIDÓN EN EL  
PROCESO DE PAPA COMO MATERIA PRIMA PARA LA INDUSTRIA**

**RODRIGO RUBIANO BELTRÁN**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA  
ESPECIALIZACION EN PROCESOS DE ALIMENTOS Y BIOMATERIALES  
POLÍTICA PÚBLICA EN EL APROVECHAMIENTO BIOTECNOLÓGICO DE  
RESIDUOS AGROALIMENTARIOS**

**BOGOTÁ**

**2020**

**PROPUESTA DE APROVERCHAMIENTO RESIDUO DEL ALMIDÓN EN EL  
PROCESO DE PAPA COMO MATERIA PRIMA PARA LA INDUSTRIA**

**RODRIGO RUBIANO BELTRÁN**

**FASE 5. EVALUACION DEL PROYECTO. PROPUESTA OPCION DE GRADO  
SEMINARIO POLITICA PUBLICA DE APROVECHAMIENTO**

**DIRECTORA  
ANDREA VASQUEZ GARCIA  
INGENIERA AGROINDUSTRIAL  
MAGISTER Y DOCTORA EN INGENIERIA DE ALIMENTOS**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA  
ESPECIALIZACION EN PROCESOS DE ALIMENTOS Y BIOMATERIALES  
POLÍTICA PÚBLICA EN EL APROVECHAMIENTO BIOTECNOLÓGICO DE  
RESIDUOS AGROALIMENTARIOS**

**BOGOTÁ**

**2020**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Bogotá, D.C, octubre de 2020.**

## **DECLARACIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL**

**Los autores de la presente propuesta manifestamos que conocemos el contenido del Acuerdo 06 de 2008, Estatuto de Propiedad Intelectual de la UNAD, Artículo 39 referente a la cesión voluntaria y libre de los derechos de propiedad intelectual de los productos generados a partir de la presente propuesta. Asimismo, conocemos el contenido del Artículo 40 del mismo Acuerdo, relacionado con la autorización de uso del trabajo para fines de consulta y mención en los catálogos bibliográficos de la UNAD.**

## CONTENIDO

	Pág
LISTA DE TABLAS	6
LISTA DE GRAFICOS	7
GLOSARIO	8
RESUMEN	9
INTRODUCCION	11
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
JUSTIFICACIÓN	13
OBJETIVOS	14
1. ALMIDON DE PAPA COMO RESIDUO AGROINDUSTRIAL	15
1.1 DESCRIPCION DEL PROCESO	15
2. FLUJOGRAMA DEL PROCESO SIMULADOR COCO	18
2.1 PROCESO DEL ALMIDON EN COCO	18
3. DESCRIPCIÓN DE MANERA DETALLADA EN LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO BIOTECNOLÓGICO	22
3.1 VIABILIDAD DE LA RECUPERACION DEL ALMIDON COMO MATERIA PRIMA PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA	23
4. CONCLUSIONES	24
BIBLIOGRAFIA	25

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
TABLA 1. Características fisicoquímicas de cinco variedades de papa.	21

## LISTA DE GRAFICOS

	<b>Pág.</b>
GRAFICO 1. Descripción del proceso para la obtención del almidón.	16
GRAFICO 2. Diagrama de flujo proceso transformación del almidón como materia prima.	17
GRAFICO 3. Diagrama de flujo simulador COCO.	18
GRAFICO 4. Tabla de resultados simulador COCO.	19
GRAFICO 5. Infografía normatividad.	22

## GLOSARIO

**BIOTECNOLOGIA:** Es una aplicación de la ciencia en el uso directo o indirecto de organismos vivos ya sea en cualquiera de sus formas en la cual se relaciona con la producción para mejorar los procesos que ya existen.

**SIMULACION INDUSTRIAL:** Es una herramienta donde se va a analizar los modelos y comportamientos de una puesta en marcha, utilizando flujos, donde se incorporan por medio de metodologías computarizadas herramientas operacionales.

**RESIDUOS INDUSTRIALES:** Son los residuos ya sea líquidos y sólidos, o ya sean de los dos, que son provenientes de los procesos que contienen todas sus características fisicoquímicas y también microbiológicas que no se asemejan a los residuos domésticos.

**ALMIDON:** Es un polisacárido del grupo de los glucanos, que es obtenido de diferentes fuentes como el arroz, la papa, la yuca, el maíz, y es donde almacenan su alimento.

## RESUMEN

En nuestro contexto económico la papa goza de importancia, por la participación de 3,3% en el BIP agropecuario de Colombia su consumo se da en fresco es decir su consumo en canasta familiar particularmente por ser un producto transitorio que corresponde al 90% de la producción, dejándole a los productos procesados un 10% de participación, sin embargo en esta participación mercantil su tendencia a la pérdida es al igual de importante si bien tenemos en cuenta que los tubérculos comprenden una importante tasa de pérdida razón de preocupación de la política pública de aprovechamiento agroindustrial propuesto en la política 2018-2022 debido a que estos tubérculos se sitúan en el segundo porcentaje de pérdida con una pérdida del 49 % de desperdicio sobre la producción anual. Es por eso que se describe el *Solanum tuberosum*, de nombre común papa en el contexto colombiano, este pertenece a la familia de las solanáceas se ha hablado con una importancia que tiene la papa en el entorno económico del país y que debido a su participación en el mercado genera desperdicios y residuos, en este apartado se selecciona las herramientas para la optimización del aprovechamiento del almidón derivado como residuo debido a las trazas de este tubérculo en el agua, se pretende identificar las técnicas más destacadas en los procesos biotecnológicos, para el aprovechamiento de residuos agroindustriales, si bien en nuestro país el tema de residuos sólidos se viene desarrollando de manera importante por los mismos desperdicios residuales de los diferentes productos agrícolas, en el caso particular con una contaminación en los ecosistemas además de los mismos relacionados con el efecto invernadero.

**PALABRAS CLAVE:** Almidón, Simulación, Aprovechamiento agroindustrial, Residuo, optimización de proceso.

## ABSTRACT

In our economic context, the potatoes are important, for to the participation of 3.3% in the agricultural BIP of Colombia, it's consumption occurs fresh, it's consumption in the family basket, particularly since it is a transitory product that corresponds to 90% of the production, leaving processed products with a 10% share, however in this market share, it's tendency to loss is just as important, although we take into account that tubers comprise a significant rate of loss of reason for public policy concern of agroindustrial use proposed in the 2018-2022 policy because these tubers are in the second loss percentage with a loss of 49% of waste on annual production. That is why the *Solanum tuberosum* is described, with a common name potato in the Colombian context, it is a herbaceous species belonging to the genus *Solanum* of the Solanaceae family, there has been talk of the importance of the potato in the economic environment of the country and that due to its participation in the market generates waste and residues, in this section the tools for optimizing the use of the starch derived as waste are selected due to the traces of this tuber in the water, it is intended to identify the most outstanding techniques in the Biotechnological processes, for the use of agroindustrial waste, although in our country the issue of solid waste has been developing significantly due to the same residual waste from different agricultural products, in the particular case of potatoes it has great environmental impacts related to water consumption and pollution of aquatic ecosystems in addition to the same ones related to the greenhouse effect.

KEY WORDS: Starch, Simulation, Agroindustrial use, Waste, process optimization.

## INTRODUCCION

No solo Colombia sino la tercera parte de la población mundial posee condiciones favorables para la producción industrial de papa, es un tema que se ha desarrollado como se menciona anteriormente siendo el cuarto producto más importante a nivel mundial en producción.

Colombia posee condiciones favorables para la producción industrial de papa, un gran porcentaje se desarrolla en la fabricación de hojuelas con papa Capiro, y por ende en sus procesos se generan aguas residuales que contienen trazas de almidón, esto obliga a las empresas a buscar alternativas para su manejo convirtiéndose así en un residuo aprovechable. El consumo de papa representa un consumo para más de 500 millones de consumidores, Europa es considerada con mayor consumo per cápita seguido de Estados Unidos y Latinoamérica.

La industria procesadora de papa direccionada hacia el consumo industrial masivo utiliza el 88.9% del producto para fabricación de papa frita y solamente el 4.0% en la fabricación de papa precocida, el 3.5% para papa enlatada y el 0.4% para papa deshidratada<sup>1</sup>. En Nariño es el tercero de mayor siembra de papa en el país con una participación del 20%, después de Cundinamarca con el 37% y Boyacá con el 27%, está generando un aprovechamiento óptimo de todos sus recursos como lo afirma el Ministerio de Agricultura, dado que con más de 250 tipos del tubérculo que existen el país, según Fedepapa<sup>2</sup>.

En el caso de la papa un gran porcentaje se desarrolla en la fabricación de hojuelas con papa Capiro, y por ende en sus procesos se generan aguas residuales que contienen trazas de almidón, esto obliga a las empresas a buscar alternativas para su manejo, convirtiéndose así en un residuo aprovechable. La importancia de los simuladores en estos procesos de aprovechamiento se da la medida en que ellos generan una estimación de resultados sin que necesariamente implique un recurso físico y posibles pérdidas en los ensayos de arranques y muestreos.

En el contexto nacional de acuerdo con los recientes datos del departamento nacional de planeación (DPN 2016) los tubérculos reportan perdidas y desperdicios en sus diferentes eslabones de la cadena alimentaria, su estimación se acerca a un 40% de la producción total.

---

<sup>1</sup> (<https://www.elcampesino.co/productos-a-base-de-almidon-de-papa-toman-fuerza-en-el-mercado/>) Accessed: 2020-10-19.)

<sup>2</sup> (*Productos a Base de Almidón de Papa Toman Fuerza En El Mercado*, n.d.)

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

A veces nos preguntamos si realmente tenemos la conciencia de que la mayoría de los residuos industriales pueden seguir contaminando a nuestras ciudades y regiones donde vivimos, pero ¿Podemos aprovecharlas?, Si, la mayoría de los residuos de una forma u otra se les puede dar una disposición diferente, usos eficientes y también se puede mejorar la rentabilidad de las empresas con una mejor disposición de ellos, este es el caso del almidón el cual al ser recuperado lo podemos utilizar en otros procesos como materia prima en diferentes usos industriales, ya sea como espesantes, en la industria farmacéutica, en edulcorantes y en otros tipos de industrias. Aquí tomamos como ejemplo en los procesos de papa, y no solo en estos también en la yuca, arroz y maíz, donde se generan, de aquí parte como lo podemos tratar para darle una mejor optimización. Un ejemplo de ello se puede tomar en las medianas empresas las cuales no cuentan con procesos de optimización para realizar la recuperación adecuada de este residuo.

## JUSTIFICACIÓN

Aprovechar un residuo agroindustrial en cada región como lo es en la región andina es primordial para evitar reducir los altos índices de contaminación de estas, ya que cuando relacionamos el problema de la contaminación nuestro objetivo es dar alternativas de este aprovechamiento y el almidón es uno de ellos. En los procesos de la papa los cuales trabajan con papa Diacol Capiro R-12, en sus procesos se generan residuos aprovechables en específico en los procesos de desalmidonado que por decantación generan este residuo, alguna parte se vierte y deja trazas en el agua generando una carga mayor organica, la cual tiene un impacto negativo, y debemos mejorar el desempeño tanto de recolección como uso de este residuo. Aquí debemos plantear tener una mayor obtención de la biomasa y simular por medios tecnológicos como los softwares de simulación, su mejor aprovechamiento y rentabilidad. Las normatividades vigentes hoy en día son mas rigurosas y las entidades gubernamentales están dispuestas a apoyar programas de emprendimiento para proyectar alternativas amigables con el medio ambiente. Lo mas interesante es que su uso puede dar cabida a un gran numero de utilidades en las diferentes industrias como la alimentaria, plásticos y farmacéutica, y aportar en el desarrollo de una alternativa de su disposición final en otro proceso productivo por medio del secado a altas temperaturas hasta su empaque.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Realizar una propuesta de alternativa para el aprovechamiento de un residuo agroindustrial, considerando la política pública nacional en la región andina en Cundinamarca.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1. Definir un residuo agroindustrial para su análisis.
2. Simular el proceso de aprovechamiento del residuo agroindustrial.
3. Diseñar una propuesta de aprovechamiento del almidón como residuo agroindustrial.

## **1. ALMIDON DE PAPA COMO RESIDUO AGROINDUSTRIAL**

En los últimos 18 años el área de cultivo ha disminuido en un 11% pese a que un factor altamente de influencia es el clima, no obstante, el otro factor importante de este fenómeno ha respondido al desperdicio del mismo producto, siendo este un producto transitorio, el presente trabajo tiene como finalidad realizar la simulación del proceso de extracción de almidón de papa tipo Capiro por método de secado teniendo en cuenta que este residuo genera trazas en el agua. La aplicación de procesos biotecnológicos en el campo agroindustrial posibilita la producción de mayores cantidades de alimentos o utilizar los residuos como sustitutos como lo plantea el presente trabajo en muchos casos con características mejoradas respecto del producto original.

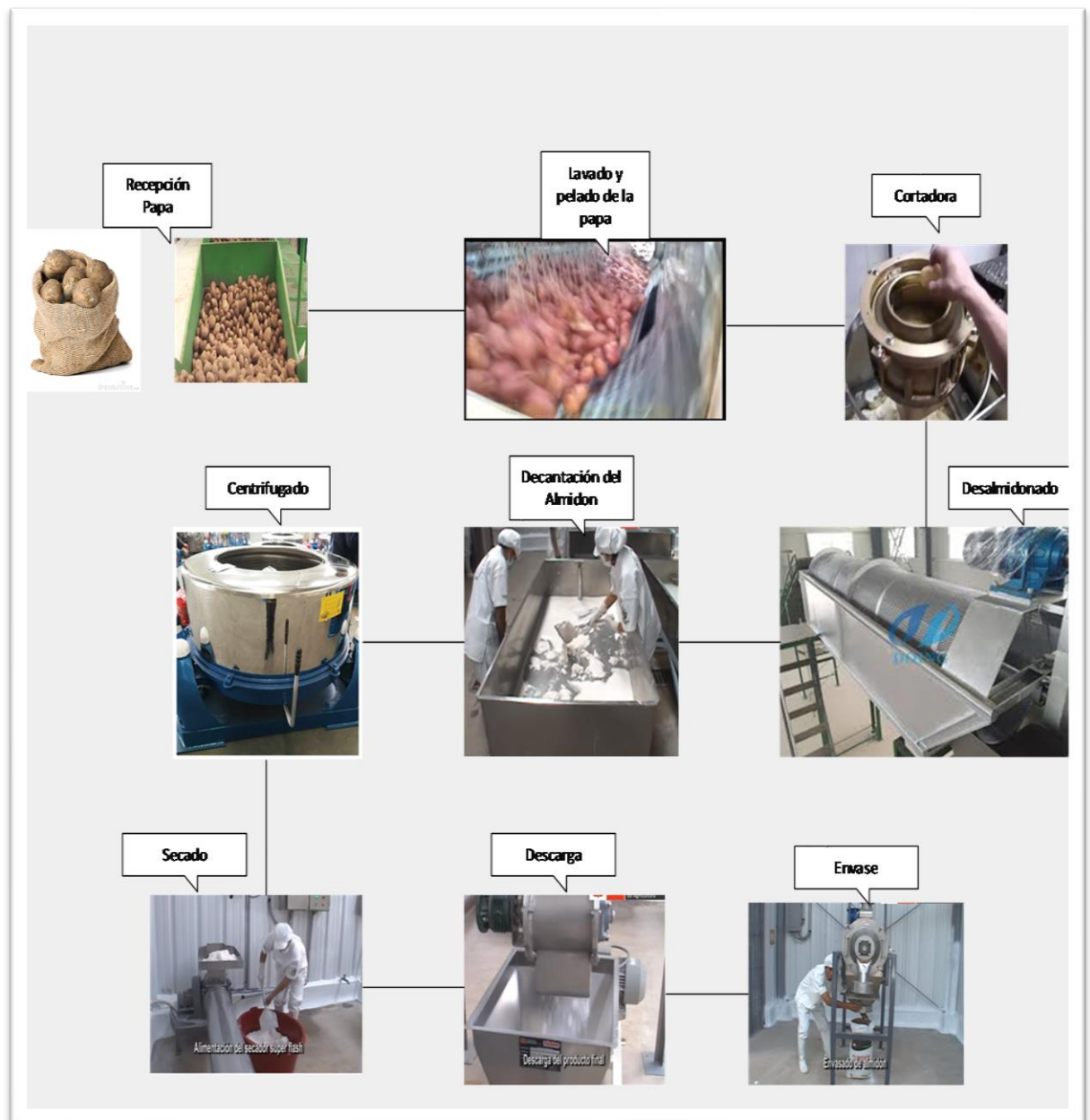
A lo largo de los procesos de extracción se ha determinado los usos que el almidón ha generado por los distintos productos tales como yuca, maíz, quinua, papa entre otros (Hoover 2010). El almidón es muy utilizado en la industria alimentaria debido a sus propiedades tales como su baja temperatura de gelatinización y su baja tendencia a la retrogradación.

### **1.1 DESCRIPCION DEL PROCESO**

Se realiza la descripción de proceso para la obtención del almidón el cual se describe en el grafico 1.

De acuerdo con el proceso grafico 1 se presenta diagrama de flujo del proceso de obtención del almidón. Donde se realiza una recepción del almidón el cual se miran las características en este caso que sea Capiro R-12, cumpliendo con las condiciones de calidad (características físicas de acuerdo con parámetros de calidad), que no contenga alguna plaga, que no esté picada y análisis de fritura. Después de este proceso se realiza un lavado y pelado de la papa, de aquí pasa a la cortadora y desalmidonado, en el desalmidonado obtenemos nuestro residuo a recuperar, este se decanta se centrifuga para quitarle humedad, se realiza un secado flash, y luego se empaca en sacos para su disposición.

Grafico1. Descripción del proceso para la obtención del almidón.

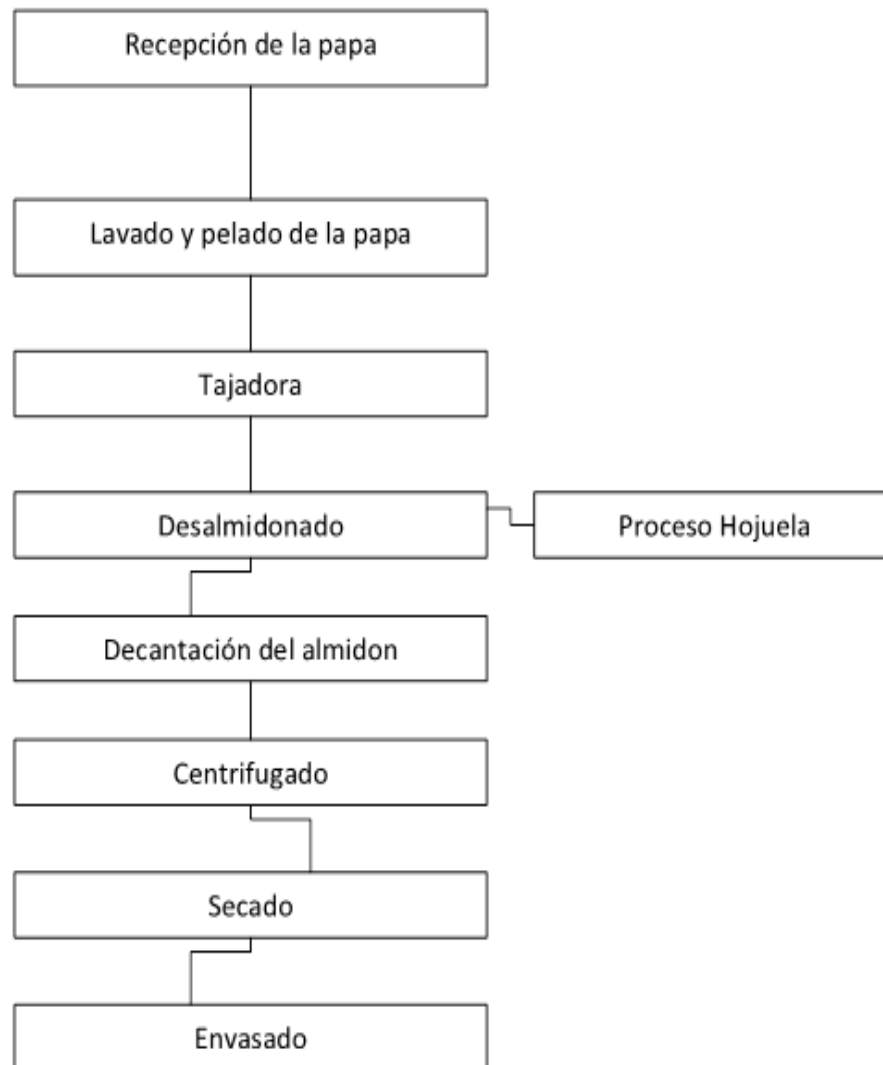


Fuente. Propia (2020)

Las principales etapas del proceso que se realizan son con base a un proceso de papa en Snacks de Colombia S.A hasta la obtención del almidón, el cual es similar en cada una de las empresas de papas en hojuela, en ella se describe el proceso desde el inicio en el almacenamiento de papa para su proceso, pasa después por una banda que va a una lavadora peladora, de ahí va a la cortadora en donde lo

realiza con los tamaños requeridos de calidad para la hojuela determinada, y de ahí va a un desalmidonador el cual se realiza la recuperación de este por decantación, este proceso se realiza dos veces por día dependiendo de la producción asignada y la cantidad de almidón realizado, de allí parte nuestra recuperación del residuo a tratar. Se relaciona el diagrama de flujo del proceso completo en el grafico 2.

Grafica 2. Diagrama de flujo proceso transformación del almidón como materia prima.



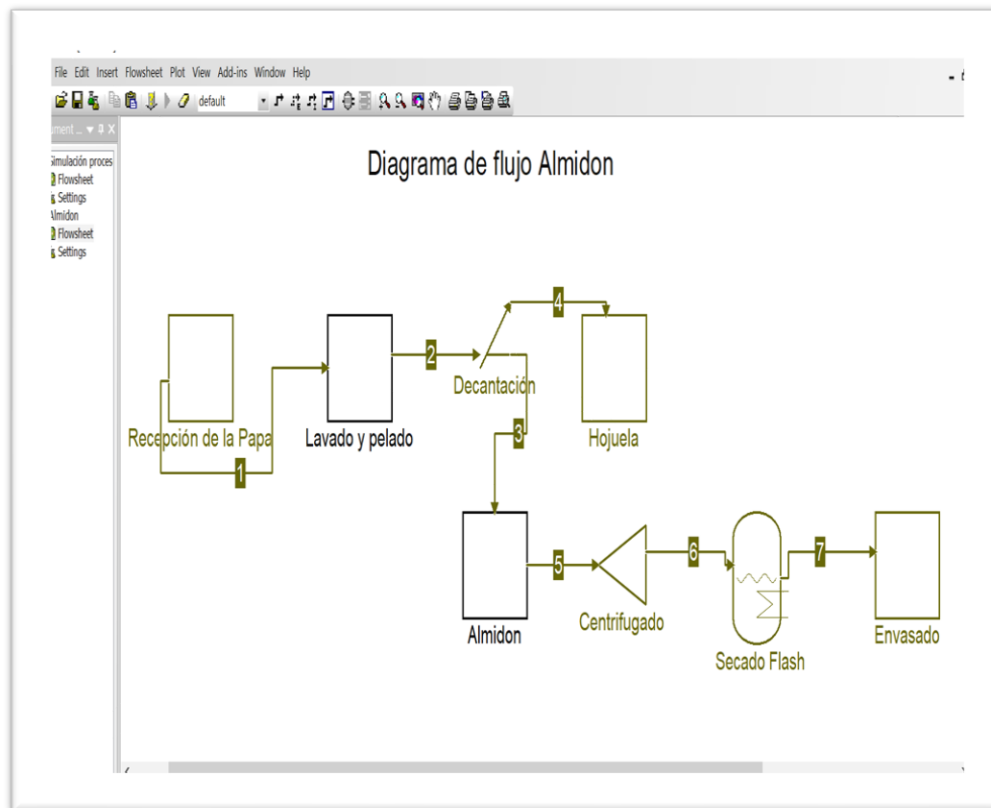
Fuente. Propia (2020).

## 2. FLUJOGRAMA DEL PROCESO SIMULADOR COCO.

### 2.1. PROCESO DEL ALMIDON EN COCO

Para procesar la información se utilizó el simulador COCO, el cual se describen como procesos unitarios principales la centrifugación y el secado flash del proceso. Este proceso viene de un residuo en este caso de la industria de papas, el cual en un desalmidonado por acción mecánica deja como residuo una solución de agua almidón el cual, por decantación, genera el residuo a transformar. Cabe recordar que las papa son 80% agua, 20% materia seca. Y entre el 60 a 80 % de esta materia seca es almidón.

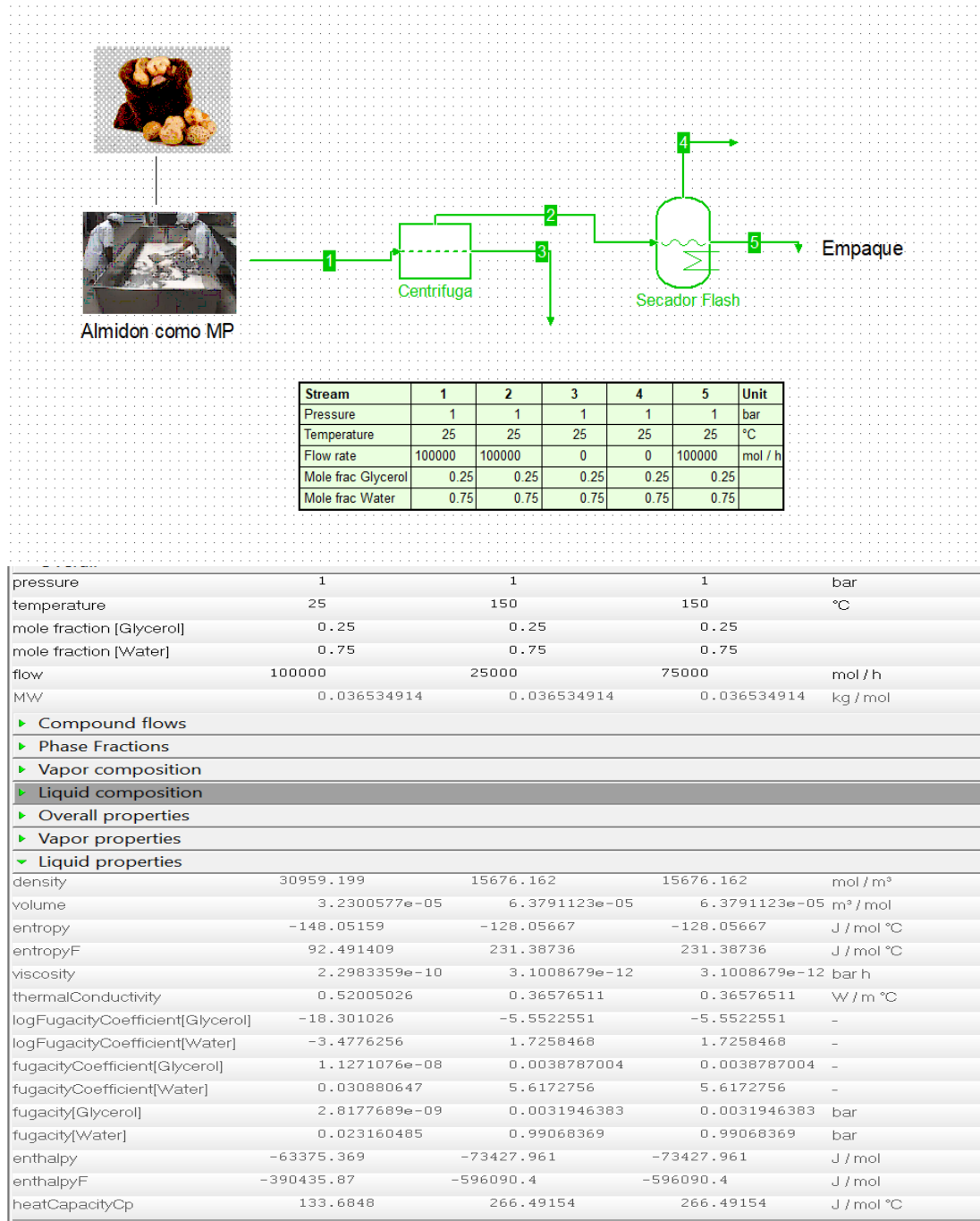
Gráfica 3. Diagrama de flujo simulador COCO.



Fuente: Propia (2020)

Al obtener esta materia seca puede ser aprovechado como materia prima para la producción de almidón seco, que es aprovechado en diferentes aplicaciones.

Gráfica 4. Tabla de resultados simulador COCO.



Fuente. Propio (2020).

Para poder obtener nuestra materia prima pasa especialmente por dos procesos, uno es el centrifugado el cual puede manejar de 4500 a 5000 RPM este por medio de un filtro atrapa el almidón quitándole hasta un 25 % de humedad, seguido para

a un secador flash, el cual con una temperatura de 150°C le quita otro 50% de humedad obteniendo la materia prima que va a ser aprovechada en diferentes tipos de industrias, en nuestro ejercicio la recuperación la realizamos simulando el almidón como glicerol, ya que son procesos de separación el aprovechamiento al empaque se da casi un 25% de la alimentación inicial. El cual es depositado en seco y empacado en sacos o según la disposición que se requiera. El simulador no posee sustancias orgánicas para nuestro ejemplo.

En el grafico 4 se observa las propiedades fisicoquímicas de los dos compuestos pasados por una centrifuga y un separador simulando un secador flash como operación unitaria para obtener 25 % de la materia analizada, también se observa que por las características del proceso el flujo permanece como continuo y no se produce la separación deseada, tampoco podemos influir en la temperatura final, en la cual se desarrolla en 150°C, en un secador flash que trabajan por atomización de un sólido húmedo en una cama de secado toroidal o recta. Según las características de estos equipos se encuentran así: “El diseño de la cámara toroidal, genera un régimen turbulento en la sección de secado. La combinación de turbulencias en temperatura alta con el vacío creado por la alta velocidad de desplazamiento de las partículas; elimina el líquido envolviéndolo. Además, las turbulencias desagregan el producto, para conseguir un polvo seco de granulometría fina. El diseño toroidal actúa como un clasificador centrifugo, forzando la recirculación de las partículas de peso mayor (por agregado y/o por humedad residual alta)”<sup>3</sup>.

Como se ha venido evidenciado las variables mas importante que se consideran son temperatura, humedad, diámetro de partícula, se considera también la RPM del centrifugado.

El programa revela variables que en comienzo no se consideraron pero que el proceso documentado tiene en toda la cadena alimentaria desarrolladas, este hace parte de las fases que se han documentado con anterioridad.

Se desarrolla un análisis basado en los datos de la investigación (Acosta, J1, Gomajoa, H1, Benavides, Y2, Charfuelan, A2, n.d.) con cinco variedades de papa estas se obtienen mediante un diseño experimental para su comparación en Stagrafics Centurion, lo cual se arroja en la tabla 1.

---

<sup>3</sup> (Secador Flash - RINA S Series - RIERA NADEU - Por Pulverización / de Aire Caliente / Continuo, n.d.)

Tabla 1. Características fisicoquímicas de cinco variedades de papa.

Tipo de Almidón	% Humedad	% Ceniza	% Proteína	% Amilopectina	% Amilosa	% Rendimiento
Superior (AS)	20.003 <sup>b</sup>	0,171 <sup>a</sup>	0,753 <sup>b</sup>	84.268 <sup>b</sup>	15.732 <sup>a</sup>	12,9
Criolla (AC)	16.927 <sup>a</sup>	0,192 <sup>a</sup>	0,696 <sup>b</sup>	74.519 <sup>a</sup>	25.481 <sup>b</sup>	9,69
ICA-Capiro (AIC)	18.180 <sup>a</sup>	0,417 <sup>a</sup>	0,673 <sup>b</sup>	78.848 <sup>ab</sup>	21.152 <sup>ab</sup>	10,36
Parda (AP)	20.050 <sup>b</sup>	0.5033 <sup>a</sup>	0,383 <sup>a</sup>	75.951 <sup>a</sup>	24.049 <sup>b</sup>	9,85
Betina (AB)	20.843 <sup>b</sup>	0,227 <sup>a</sup>	0,341 <sup>a</sup>	79.249 <sup>ab</sup>	20.751 <sup>ab</sup>	12

Fuente. Acosta, J1, Gomajoa, H1, Benavides, Y2, Charfuelan, A2, n.d.

### 3. DESCRIPCIÓN DE MANERA DETALLADA EN LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO BIOTECNOLÓGICO

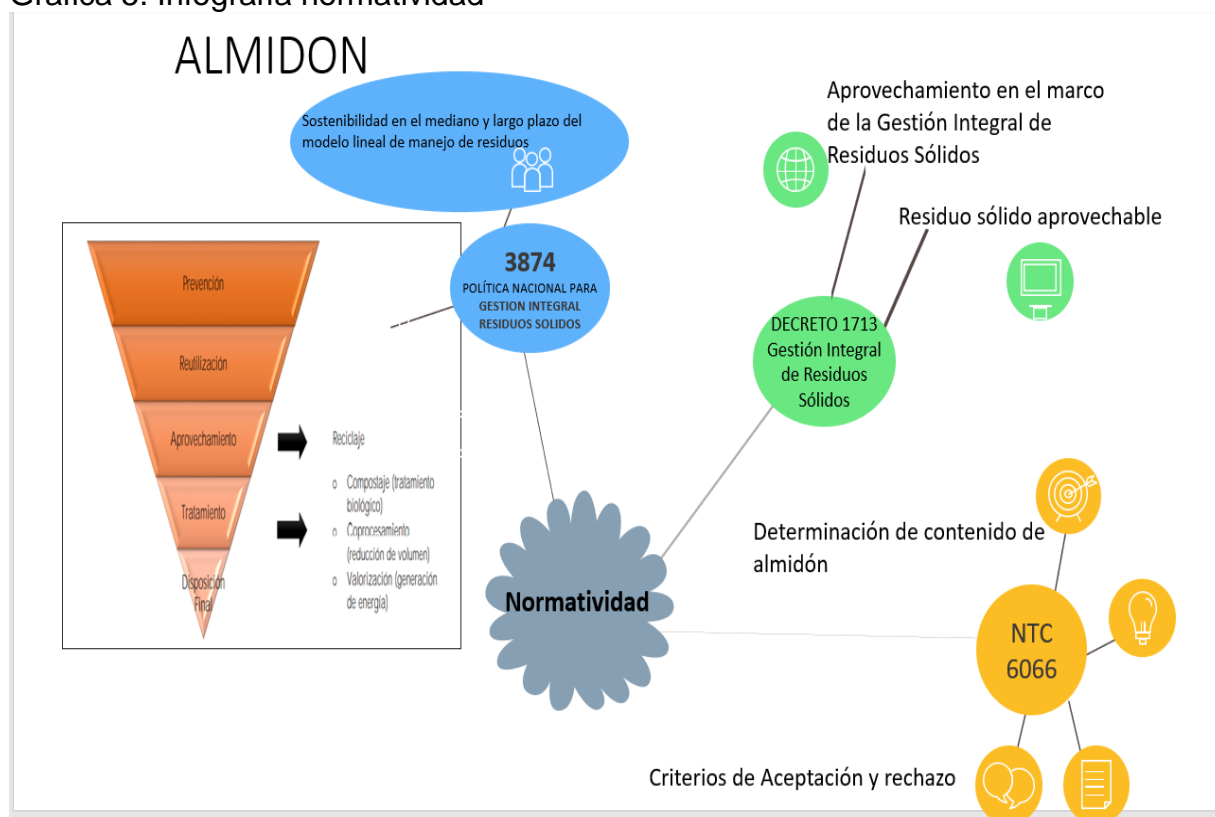
Mediante los simuladores se intenta comprender el funcionamiento de un diseño experimental mediante el software estadístico Statgraphics y un software de simulación COCO, donde se revisan variables en el porcentaje de almidón las características que se tienen en cuenta son temperatura, humedad, diámetro de partícula.

El almidón es una mezcla de amilosa y amilopectina, dos polisacáridos muy similares (Li et al., 2006). La amilosa es el producto de la condensación de D-glucopiranosas por medio de enlaces glucosídicos (1,4) que conforman largas cadenas lineales de hasta 5000 residuos (Hoover, 2001).

En este aprovechamiento se da la recuperación la realizamos simulando el almidón mediante decantación y secado para el presente ejemplo se realiza la descripción del proceso en el gráfico 3, en el diagrama de flujo simulador COCO.

En el siguiente grafico 5 se realiza una infografía con la normatividad colombiana para el proceso.

Gráfica 5. Infografía normatividad



Fuente. Propia (2020)

En los diferentes procesos de extracción del almidón según (Hoover 2010), el almidón es muy utilizado en la industria alimentaria debido a sus propiedades tales como su baja temperatura de gelatinización y su baja tendencia a la retrogradación; Mediante la simulación se pretende evaluar la recuperación del 25% del producto procesado por kilogramo para lograr aprovechamiento de éxito en la utilización del subproducto, que en este momento su impacto es más residual y de bajo aprovechamiento de la biomasa vendiéndolo sin ningún procesamiento o tratamiento que genere un valor agregado y desestimando los usos eficientes que este proceso biotecnológico ha demostrado tener a lo largo de las investigaciones, no solo en la industria alimentaria si no en una amplia gama de sectores productivos.

### **3.1 VIABILIDAD DE LA RECUPERACION DEL ALMIDON COMO MATERIA PRIMA PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA**

Dentro de los procesos de papa que se encuentran en crecimiento por lo pronto se procesan cerca del 12% de la producción nacional<sup>4</sup>. Los chips son una industria competitiva donde se deben mejorar los procesos, rendimientos, y calidad en los procesos, es por eso por lo que se deben aprovechar todos los recursos de estas compañías, y así disponer de sus residuos de una forma óptima como lo es el almidón.

Como se ha venido hablando anteriormente los amplios desperdicios y el desconocimiento de aprovechamiento eficiente del residuo del proceso de papa en la industria procesadora de alimentos Snack de Colombia S.A.S se determina optimizar el proceso con aras de mejorar la extracción de almidón de papa y al mismo tiempo mejorar la calidad del producto final. Gracias a los avances biotecnológicos que hoy en día tenemos al alcance de los procesos industriales se propone realizar el aprovechamiento del residuo generado por la papa en hojuelas de la referencia Diacol Capiro o R12, obtención del almidón para ser tratado y utilizado en la industria alimentaria como materia prima en otros procesos.

---

<sup>4</sup> Hernandez Bedoya, 2014

#### **4. CONCLUSIONES**

En la industria nacional el proceso de transformación de la papa aporta diversos tipos de residuos, que son tomados como desperdicio, en el marco del desarrollo industrial este subproducto a demostrado sostenibilidad y aprovechamiento en diferentes sectores industriales, como los espesantes, aglutinantes y otros.

El almidón de papa puede ser considerado un residuo agroindustrial, sin embargo, su desarrollo puede llevar a sustitutos viables en la industria alimenticia mediante procesos de transformación biotecnológica.

El aprovechamiento del almidón se redujo 4 veces por kilogramo producido, esto debido a los procesos que se forma en material seco, los cuales intervienen la centrifugación y un secador flash principalmente.

El simulador COCO nos permite relacionar las variables de procesos y obtención de datos fisicoquímicos para determinar un proceso eficiente en este caso la obtención de almidón.

## BIBLIOGRAFIA

- ACOSTA, J, GOMAJOA, H, BENAVIDES, Y, CHARFUELAN, A, V. (n.d.). "Evaluación del almidón de papa (*Solanum tuberosum*) en la obtención de bioplástico". {Revisado 16 de octubre de 2020}. 2020, disponible en: (<https://www.revistabionatura.com/cs-2018.01.01.2.html>).
- BELTRAN VALDERRAMA, Jeisson. "Productos a base de almidón de papa toman fuerza en el mercado". Disponible en: (<https://www.elcampesino.co/productos-a-base-de-almidon-de-papa-toman-fuerza-en-el-mercado/>) Accessed: 2020-10-19.
- GARCÍA LAUREANO, R. (2019). "Identificación de residuos industriales". UF0287. Editorial Tutor Formación. Disponible en: (<https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/111569?page=7>).
- HOOVER, R. "Composition, molecular structure, and physicochemical properties of tuber and root starches: a review. *Carbohydr. Polym*". 2001. 45:253 – 267.
- HOOVER, R. "The Impact of heat-moisture treatment on molecular structures and properties of starches isolated from different botanical sources. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*". 2010 50: 838-845.
- LI, X.; SCANLON, M. G.; LIU, Q.; Y COLEMAN, W. K. "Processing and value addition. En: J. Gopal y A. M. P. Khurana (eds.). *Potato production improvement and post-harvest management*. Haworth Press". 2006 Nueva York. p. 527 – 532.
- LLANES CORNEJO, Andreas Obed. "Simulación Industrial de Flujos de Procesos En Entornos CIM," 2016. Disponible en: (<http://search.ebscohost.com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.7135A72E&lang=es&site=eds-live&scope=site>.)
- LOYOLA L, Nelson, OYARCE C, Eduardo, y ACUÑA C, Carlos. "Evaluación del contenido de almidón en papas (*Solanum Tuberosum* CV. Desiree), producidas en forma organica y convencional, en la provincia de Curicó, Región del Maule". 2010. *Idesa (Arica)*, 28(2), 41-52. Disponible en: (<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292010000200005>).
- OSPINA, 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*, (72), 182-192. Disponible en: (<https://journal.universidadean.edu.co/index.php/Revista/article/view/575>).

Papa Andina. {Revisado 16 de octubre de 2020}. Disponible en: (<https://sioc.minagricultura.gov.co/Papa/Documentos/2019-03-31>). Cifras Sectoriales, pdf.

ProArgentina. (2005). Biotecnología. El Cid Editor. {Revisado 18 de octubre de 2020}. Disponible en: (<https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/98274?>). page=3.

Productos a base de almidón de papa toman fuerza en el mercado. (n.d.). {Revisado 16 de octubre de 2020}. Disponible en: (<https://www.elcampesino.co/productos-a-base-de-almidon-de-papa-toman-fuerza-en-el-mercado>)

Secador flash - RINA S series - RIERA NADEU - por pulverización / de aire caliente / continuo. (n.d.). {Revisado 16 de octubre de 2020}. Disponible en: (<https://www.directindustry.es/prod/riera-nadeu/product-105059-1665119.html>)