



**SENNOVA**  
Sistema de Investigación,  
Desarrollo Tecnológico e Innovación

**Grindda**  
REVISTA

**PELÍCULA BIODEGRADABLE A PARTIR DE  
RESIDUOS ORGÁNICOS DE LA  
ZONA CAFETERA PARA LA FABRICACIÓN DE  
ENVASES.**



**PELICULA BIODEGRADABLE A PARTIR DE RESIDUOS ORGÁNICOS DE LA  
ZONA CAFETERA PARA LA FABRICACIÓN DE ENVASES.**

**BIODEGRADABLE FILM FROM ORGANIC WASTE FROM THE COFFEE AREA  
FOR THE MANUFACTURE OF PACKAGING**

**Adriana Rodríguez Morales<sup>1</sup>, Luz Giovanna García Hernández<sup>2</sup> María Fernanda Rosero<sup>3</sup>**

**Resumen**

En Colombia como en otros países del mundo se han realizado estudios sobre el desarrollo de películas a partir de sustancias orgánicas, plantas, residuos, entre otros, utilizada para la fabricación de envases biodegradables con el fin de mitigar el alto impacto que los envases plásticos han generado en el medioambiente, más el uso de los desechos de la industria agroindustrial para la elaboración de estos materiales; predominante en las zonas de Colombia como Caldas. Teniendo en cuenta estos aspectos, este proyecto tiene como objetivo, obtener materia prima a partir de residuos orgánicos, para diseñar productos desechables capaces de sustituir elementos como pitillos, vasos, platos, compuestos de poliestireno y polietileno, habitualmente usando en el sector de comidas rápidas. Aportando a la reducción de la huella de carbón. En su primera fase de desarrollo, se realizó la caracterización de los desechos generados de las industrias del sector de Manizales como Frugy y Mapy, para identificar los compuestos predominantes a usar en la película, como los diferentes tipos de almidones y celulosas; elementos que posteriormente se mezclaran para la fabricación de la película que cumplen con las variables fisicoquímicas y físicas

---

<sup>1</sup>Ingeniera de alimentos, Universidad INNCA de Colombia, [adrrodriguez@sena.edu.co](mailto:adrrodriguez@sena.edu.co).

<sup>2</sup>Tec. Dibujo Arquitectónico, SENA regional Caldas, [lgarciah@sena.edu.co](mailto:lgarciah@sena.edu.co).

<sup>3</sup>Tgn en Diseño de Productos, cuarto trimestre en curso, SENA regional Caldas, Centro de Procesos Industriales y Construcción, [mfrosero@misena.edu.co](mailto:mfrosero@misena.edu.co).



a evaluadas en el laboratorio especializado, las películas obtenidas cumplen con la migración específica de metales y otros elementos que entran en contacto con los alimento al igual que la migración global en simulantes de alimentos acuosos y sustitativos al graso por inmersión total contacto por inmersión total simulante D (n-Heptano) acondicionamiento: 30 minutos a 20°C, al realizar la prueba en los contacto por celda simulante A (Agua desionizada) acondicionamiento: 24 Horas a 50°C y Contacto por celda simulante B (Ácido acético 3% m/v) acondicionamiento: 24 Horas a 50°C, la película se invalidan debido a que la integridad de la muestra se ve comprometida por la disolución de la porción evaluada en dichos simulantes, aspecto esperados para este análisis, teniendo en cuenta estos aspectos, es posible obtener estructuras usando la mezcla de compuestos polisacáridos orgánicos a partir de los residuos de la industria.

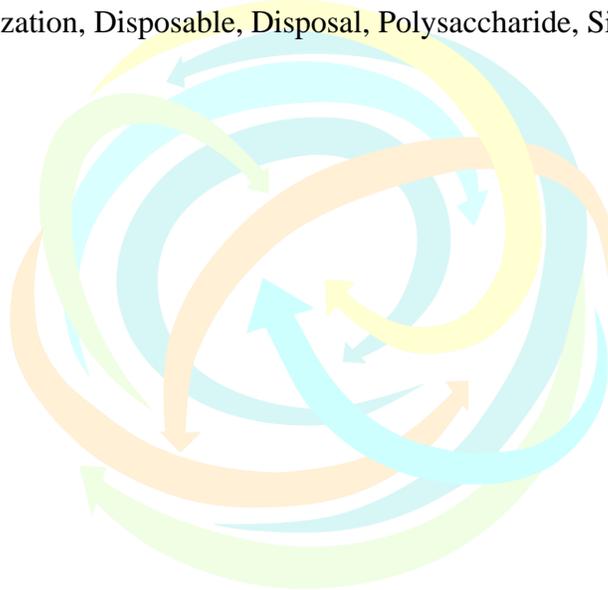
**Palabras clave:** Caracterización, Desechable, Desecho, Polisacárido, Simulante.

### **Abstract**

In Colombia, as in other countries in the world, studies have been carried out on the development of films from organic substances, plants, waste, among others, used for the manufacture of biodegradable containers in order to mitigate the high impact that plastic containers have generated in the environment, plus the use of waste from the agro-industrial industry to produce these materials; predominant in areas of Colombia such as Caldas. Taking these aspects into account, this project aims to obtain raw material from organic waste, to design disposable products capable of replacing elements such as straws, glasses, plates, polystyrene compounds and polyethylene, commonly used in the fast food sector. Contributing to the reduction of the carbon footprint. In its first phase of development, the characterization of the waste generated from the industries of the Manizales sector such as Frugy and Mapy was carried out, to identify the predominant compounds to be used in the film, such as the different types of starches and celluloses; elements that will later be mixed for the manufacture of the film that comply with the physicochemical and physical variables evaluated in the specialized laboratory, the films obtained comply with the specific migration of metals and other elements that come into contact with food

as well as migration global in simulants aqueous food substitutive I to fatty immersion total contact by total immersion simulante D (n-Heptane) to conditioning: 30 minutes at 20 ° C , to the testing in the contact per cell simulante A (Water deionized ) to conditioning: 24 Hours at 50 ° C and Contact by simulante cell B (Acetic acid 3% m / v) to conditioning: 24 Hours at 50 ° C , the film is invalidated because the integrity of the sample is seen compromised by the dissolution of the portion evaluated in said simulants , aspect expected for this analysis, taking into account these aspects, it is possible to obtain structures using the mixture of organic polysaccharide compounds from industrial waste.

**Keywords:** Characterization, Disposable, Disposal, Polysaccharide, Simulant





## 1. Introducción.

La presente investigación se refiere al desarrollo de películas, a partir de residuos orgánicos de empresas de sector agroindustrial, iniciando con la búsqueda investigativa como informativa, bajo los principios de la química verde, que pretende que futuras generaciones, se concienticen no solo en la manera de habitar el planeta, sino en la implementación de técnicas útiles para la producción industrial, sin necesidad de atender drásticamente con el equilibrio natural del territorio, como lo indica el director del centro de química verde de la Universidad de Yale, el cual se enfoca en el gran reto de la industria en el siglo XXI es adaptar sus procesos a los constantes cambios ambientales que ponen en riesgo la obtención convencional de las materias primas; Cabe aclarar que la influencia del desarrollo tecnológico en la preservación del medio ambiente, ha sido de vital importancia gracias al avance en procesos de investigación en técnicas productivas menos invasivas y de efectividad similar. (Mansilla, 2014)

Los plásticos son particularmente compuestos de materiales persistentes en el medio ambiente y aparecen diseminados en multitud de lugares, similares a los residuos de construcción. Actualmente el planeta tiene condiciones limitadas de fuentes de materiales fósiles por lo tanto es fundamental buscar fuentes alternas de materiales como el uso de biomasa. (Mestres, 2013)

En Colombia en la ciudad de Medellín se realizó una investigación para la obtención de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca, este se obtiene al realizar diferentes mezclas de almidón modificado de yuca con glicerol como plastificante y agua, las cuales se procesan en un molino abierto, hasta producir bandas con un espesor reducido, que se cortan en tiras y se muelen para obtener escamas pequeñas, que se alimentan a una extrusora de monohusillo. (Rodríguez Sandoval, 2015)

Por otro lado varias universidades se unieron para elaborar por primera vez un polímero a base de yuca que sirve para la fabricación de bolsas plásticas y productos desechables, el profesor Héctor Samuel Villada investigador de la universidad del cauca explicó que este polímero es la materia prima para la manufactura de bioplásticos, Bryan acevedo, diseñador industrial de la Universidad Nacional de Colombia. Los polímeros normales están compuestos por cadenas de carbono que no se rompen por su estructura, alterado lo cual es un limitante para su degradación, sin embargo son materiales que se pueden reciclar, pero también dice que un mal manejo de estos puede ser más contaminante aun para el medio ambiente. De acuerdo con el grupo de investigación, conformado por investigadores de la Universidad del Cauca, la Universidad del Valle, el SENA y el Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca, el bioplástico obtenido con base en almidón de yuca comparte algunas características con los elaborados a partir

del petróleo; no obstante, la mayor diferencia radica en que los productos fabricados a partir de este polímero podrán ser reutilizados durante un año, y cuando se decida desecharlos serán completamente biodegradables. (Colombia, 2016),

En el actual proyecto se obtendrán datos de volúmenes de residuos orgánicos que se generan en la zona del eje cafetero que abarca ciudades como Manizales, los cuales se tomarán como materia de procesos que no generen contaminación ambiental. Con estos procesos se pretende desarrollar películas obtenidas a partir de la transformación de compuestos provenientes de fuentes orgánicas que permitan la adecuación de la molécula primaria para su posterior manipulación.

## 2. Metodología.

El diseño de envases basados en biopolímeros tiene que tener en cuenta consideraciones de diversa naturaleza de cara a poder fabricar materiales con las propiedades requeridas para la aplicación deseada. Las investigaciones recientes hacen hincapié en la identificación de extractos de diversas plantas de fuentes tales como hojas, frutos, orujo, semillas, etc, para uso en polímeros biodegradables; es por esta razón, las materias primas utilizadas en el desarrollo de la lámina hacen parte de los residuos orgánicos que se obtienen de las empresas del sector agroindustrial de Manizales como Comestibles Mapy S.A.S y Frugy S.A. Estos subproductos como cascara de plátano y yuca defectuosa, estableciendo la concentración previamente, para definir los compuestos requeridos en la obtención de la película, como polisacáridos de almidón y la celulosa, principales componentes del grupo de los carbohidratos.

El almidón está constituido por dos tipos de polímeros de glucosa, la amilosa polímero lineal de  $\alpha$ -1,4 unidades de glucosa con una excelente capacidad de formación de films fuertes, isotrópicos, inodoros, insípidos e incoloros, (Campos, 2011) y la amilopectina altamente ramificada de cadenas  $\alpha$ -1,4 unidas de glucosa con puntos de ramificación  $\alpha$ -1,6 glucosídicos que ocurren cada 25-30 unidades de glucosa (Durrani, 1995); molécula más grande que al ser mezcladas con un exceso de agua caliente entre 65 y 100° C generan la parcial solubilización del almidón y su gelificación; característica principal para obtener la película.

Otros carbohidratos considerados en el proyecto, es la celulosa, polímero orgánico más abundante en la pared de la células vegetales, que al igual que el almidón, se identificó su participación en los subproductos como cascara de cítrico, que usan las empresas en la fabricación de compostaje en los mejor de los casos.

Los métodos usando para establecer la concentración de polímero en porcentaje de almidón fueron la técnica (Mestres, 1993) El método se basa en la dispersión del almidón en medio acuoso, seguido de una hidrólisis enzimática parcial -obteniendo dextrinas- con  $\alpha$ -amilasa termoestable,

completando la hidrólisis con amiloglucosidasa -obteniendo glucosa. La glucosa obtenida es cuantificada por colorimetría para posteriormente usar la ecuación planteada en la Figura 1.

. (Aristizábal, 2007)

Figura 1 Formula Cálculo porcentaje de Almidón

$$\% \text{ Almidón} = \frac{LM}{LSt} [St_e] \times Fd \times \frac{100 \times 10^{-6}}{P} \times 0,9$$

$$\% \text{ Almidón} = \frac{LM}{LSt} [St_e] \times 2,4$$

LM = Absorbancia de la muestra

LSt = Absorbancia del estándar utilizado

[St<sub>e</sub>] = Cantidad de glucosa que contiene el estándar utilizado (mg)

Fd = Factor de dilución (6666,65)

P = Peso de muestra (0,25g)

0,9 = Factor de conversión de porcentaje de glucosa a porcentaje de almidón

Nota: La pureza del almidón está dada por el contenido de almidón; valores bajos son indicativos de un proceso de extracción ineficiente.

El porcentaje de celulosa se obtuvo de usando el método de la norma ASTM D1103-60, establecida por Fonseca (Ramirez Alonso, 2017), empleando la ecuación señalada en la Figura 2.

Figura 2 Ecuación % de celulosa

$$\% \text{ Celulosa} = \frac{\text{peso crisol con celulosa} - \text{peso crisol}}{\text{peso seco de la muestra de holocelulosa}} * 100$$

Nota: La muestra de celulosa contenida en el papel filtro se lleva a una mufla a una temperatura de 80°C ± 5°C por 4 horas. Transferida a un desecador por 20 minutos y pesada.

Como resultado de los análisis realizados en el laboratorio de química del Centro para la formación Cafetera que se presentan en la Figura 3; se establece las materias prima a usar en la elaboración de la película o lámina biodegradable de acuerdo a la participación de almidón nativo y celulosas de los residuos orgánicos de las empresas agroindustriales; para realizar la extracción del almidón y celulosa; buscando mejorar las propiedades mecánicas escasas, abundante permeabilidad al vapor de agua, tendencia a la retrogradación, alta rigidez, son quebradizas, entre otros

Tabla 1 Porcentaje de Almidón y Celulosa de residuos orgánicos

Materia primas obtenidas de los residuos orgánico	Celulosa %	Almidón %
Cascara de plátano Verde	25	50.6 – 69.9
Yuca variedad ICA.	-	93,55
Cascara de naranja	30-33	-
Cascara de piña	51-55	-
Cascara de mango	52-56	-

Nota: En la tabla se establece el porcentaje de participación de almidón y celulosa por cada 100 gramos de muestra seca y molida.

En la segunda parte de la investigación se obtiene el almidón, de los residuos de cascara de plátano verde, la cascara de yuca y endocarpio del plátano. Efectuando en la primera parte de la extracción, el acondicionamiento de los residuos así:

**Rallado:** Se selecciona la materia prima, se lava y luego se lleva a una máquina trituradora.

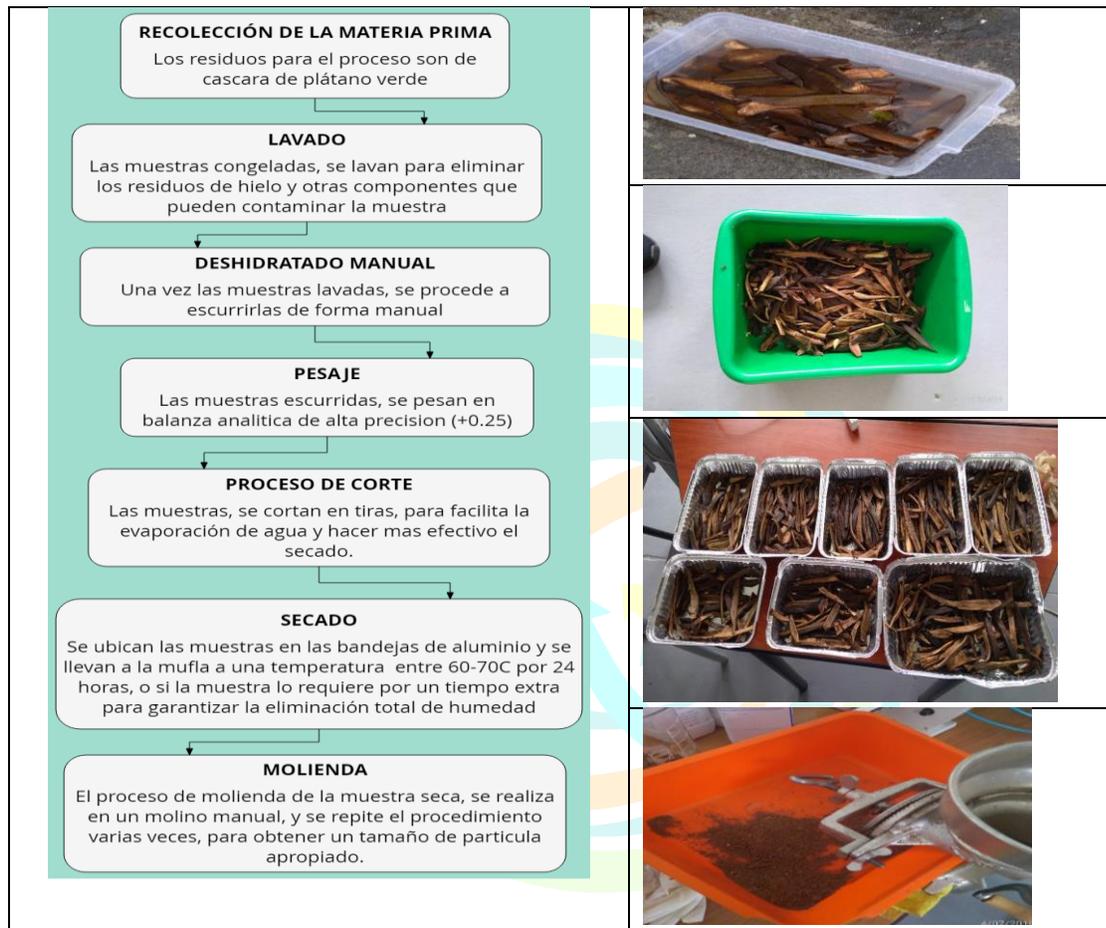
**Tamizado:** la masa obtenida de fibra y almidón dispersos hacen necesario separar el almidón de estos residuos o afrecheros, mediante el colado o tamizado. Una vez colada la masa en el tamiz se aplica agua y con movimientos circulares se va colando o tamizando la masa en la parte superior queda el afrecho, el almidón con algunas impurezas se debe recibir en un recipiente en donde esta se precipita, quedando las impurezas en la superficie.

**Lavado:** el método utilizado tradicionalmente es el de lavadas sucesivas, agitando el almidón para mantener en suspensión las impurezas, esta operación se repite 7 u 8 veces, lo cual demanda el empleo de un gran volumen en cantidad de agua y mano de obra, actualmente en las investigaciones realizadas por CORPOICA se recomienda el uso de ácido cítrico industrial al usar este solo se requieren tres lavadas. La sedimentación del almidón dura aproximadamente una hora tiempo en el cual se separa de las impurezas, lo cual si se utiliza el ácido cítrico industrial (este también se debe utilizar para que el almidón no se oxide por la exposición al ambiente) este proceso tardara 20 minutos, si este se va a utilizar se deberá enjuagar para eliminar posibles residuos ácidos

**Secado:** el almidón húmedo se coloca al sol en paseras patios carpas lonas o plásticos; durante tres o cuatro días, la experiencia indica que mientras más caliente el sol y más seco el aire, el almidón

es de mejor calidad.

Figura 3 Diagrama acondicionamiento residuos orgánicos



Nota: Representación gráfica y fotográfica de los pasos de acondicionamiento de los residuos orgánicos cascara de plátano verde.

Según el proceso anterior encontrado en la literatura, la extracción de almidón se debe realizar usando Ácido cítrico, como catalizador, que actúa acelerando el proceso de sedimentación del almidón, haciendo mucho más fácil el lavado de la muestra, la obtención del compuesto de interés y el aislamiento de las impurezas.

Sin embargo, el proceso ha sido modificado, de acuerdo, a los requerimientos encontrados durante el desarrollo del proceso y la capacidad de los equipos y elementos del laboratorio de Tecnoparque en el Centro de Procesos Industriales y Construcción; como se representa en la figura 3. Se

establece los pasos para preparar la solución de ácido cítrico y los pasos para acondicionar realizando tres filtrados, para retirar la mayor cantidad de impurezas.

Figura 4 Diagrama de flujo extracción de Impurezas.



Nota. Pasos previos para eliminar impurezas que influyan en la extracción del almidón.

De acuerdo al diseño experimental establecido para la obtención del almidón en base seca y húmeda, se estable que es necesario cambiar la concentraciones de ácido cítrico y realizar la extracción del almidón en base seca como se muestra en la figura 5 y figura 6.

Figura 5 Cálculo concentración ácido cítrico a usar

$$MOLARIDAD = \left( \frac{N = \text{numero de moles}}{V = \text{volumen}} \right)$$

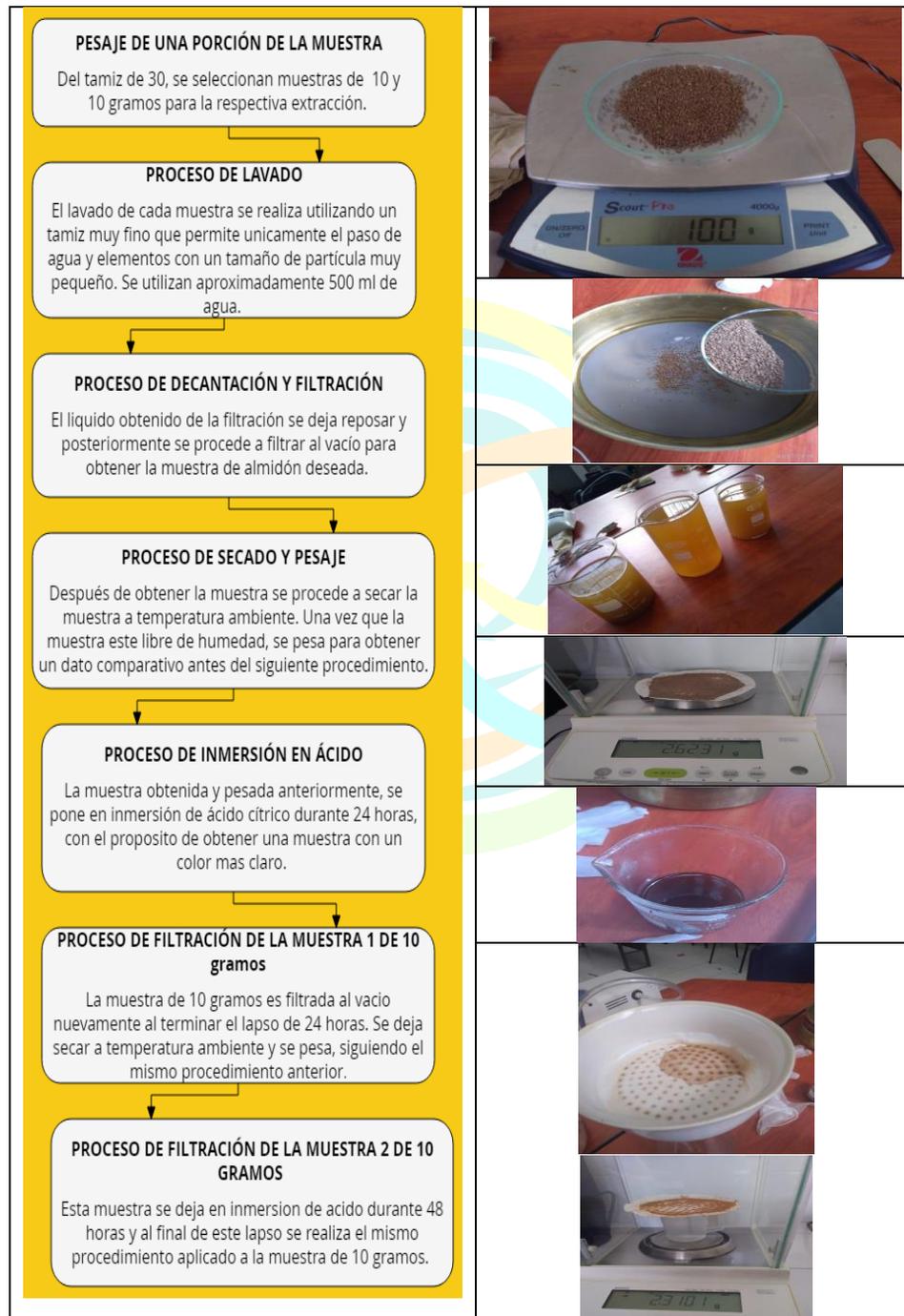
$$N = \text{número de moles}$$

$$10g * \frac{1mol}{192,13 g/mol} = 0,05204 mol$$

$$MOLARIDAD = \frac{0,05204mol}{100ml} = \underline{5.20 \times 10^{-4} M}$$

Nota: Cálculo para la concentración de ácido crítico en la prueba No.3.

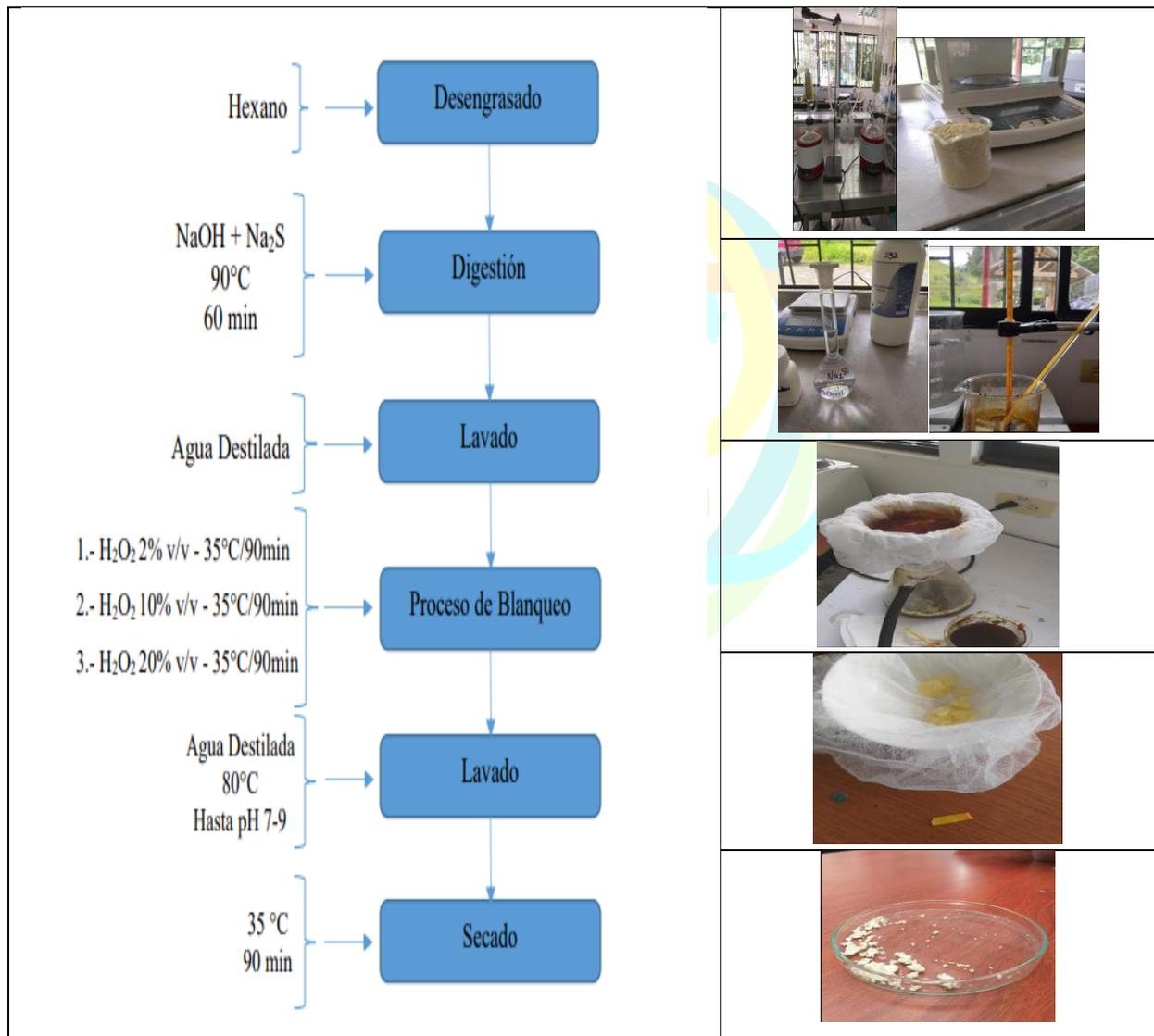
Figura 6 Extracción Almidón en Base Seca



Nota: se utilizó el procedimiento anterior para otro tipo de residuos como la cascara de papa y de yuca, haciendo caso omiso al procedimiento de inmersión en ácido crítico ya que este únicamente se usa con el objetivo de darle una tonalidad más clara a la muestra de almidón de cascara de plátano.

Para el proceso de extracción de la celulosa se utiliza el método de KRAFT que se presenta en la figura 7. (Ramirez Alonso, 2017)

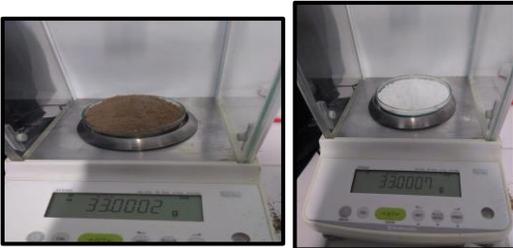
Figura 7 Extracción de Celulosa. Cascara de Naranja



Nota: Extracción de celulosa de cascara de naranja, residuo orgánico de la agroindustria de Manizales. (Ramirez Alonso, 2017)

Para la elaboración de la película y lámina se evalúan varias técnicas, usadas en otras investigaciones encontrando los pasos que se describen en la tabla 2.

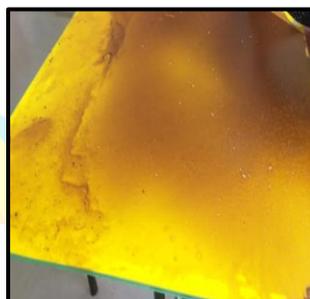
*Tabla 2 Pasos para elaborar película o lámina*

Pasos elaboración película	Imágenes tomadas
<p>Selección y pesaje de los residuos orgánicos a utilizar, ver tabla 4.</p>	
<p>Mezcla de la muestra, con 150 ml de agua y finalmente se utilizaran 300 ml de agua destilada para completar la muestra.</p>	
<p>Cocción de la muestra después del proceso de mezclado, a una temperatura adecuada que corresponde a un rango de 75 a 90 °C.</p>	

La muestra líquida se deposita en el molde previamente engrasado con glicerol de grado analítico para facilitar su desmolde



Secado de la muestra a temperatura ambiente por 24 a 48 hora, y finalmente el desmolde



Nota: Para la elaboración de lámina se tiene en cuenta las propiedades de hidratación y gelificación de los carbohidratos utilizados en la mezcla.

### 3. Resultados

En la tabla 3 y 4 se establece las cantidades, variables evaluadas y datos obtenidos para el almidón y celulosa de los residuos orgánicos seleccionados y que serán usado la fabricación de la película.

Tabla 3 Gramos de almidón obtenidos en los residuos seleccionados

Tipo de Residuo	Masa de la muestra	Masa de almidón recuperada	Porcentaje %
Cascara de yuca	5g	1,2541g	25%
Yuca	500 g	138g	28%
Plátano	325g	75g	23%
Endocarpio de Cascara de Plátano	9.1273 g	3,1663 g	35%

*Tabla 4 Variables evaluadas y datos obtenidos para la celulosa*

<b>Variables</b>	<b>Datos obtenidos</b>
Peso inicial	50,294 gr
Concentración NaOH (licor blanco)	20 %
Vol. solución de agua destilada	100 ml
Concentración Na <sub>2</sub> S (licor blanco)	9,8 gr
Vol. solución de agua destilada	100 ml
Temperatura de digestión	90°C
Tiempo de digestión	60 min
Concentración de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (blanqueo)	2%
Vol. solución de agua destilada	50 ml
Tiempo de secado	60 min
Temperatura de secado	35°C
Concentración de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (blanqueo)	10%
Vol. solución de agua destilada	50 ml
Tiempo de secado	60 min
Temperatura de secado	35°C
Peso recuperado total de la muestra	2 gr

En la tercera fase se obtiene la película o lamina de la mezcla previamente selección de los productos obtenidos de almidón de los residuos seleccionados y la mezcla con celulosa, como se muestra en la tabla 5 y la película obtenida en el figura 8.

*Tabla 5 Porcentajes de mezcla del almidón y celulosa obtenidos*

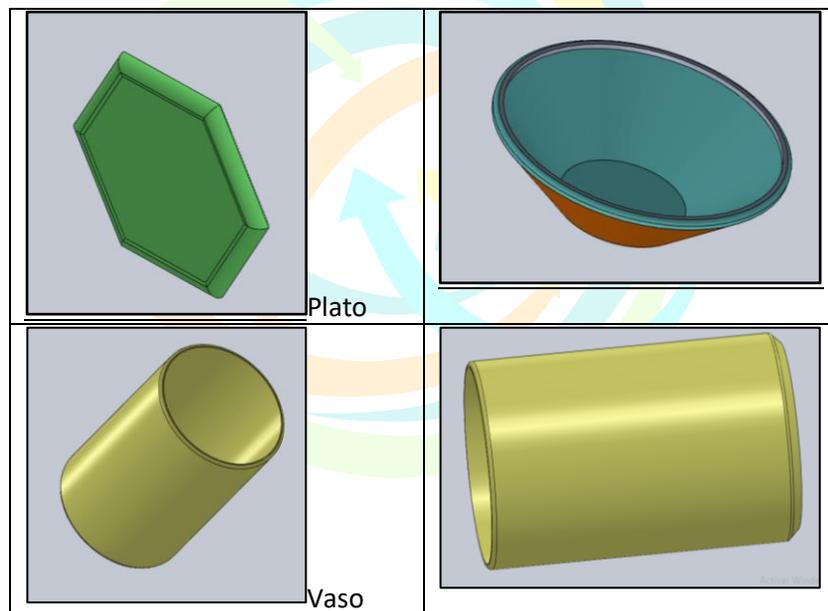
<b>Material</b>	<b>Porcentaje de mezcla</b>
Almidon de Cascara de Platano	20%
Almidon de yuca	10%
Celulosa	20%

Figura 8 Lámina obtenida



Dentro de los objetivos planteados para el proyecto se realiza el desarrollo de la lámina a se usa en la fabricación de materia desechables usados en la industria de alimentos como pitillos, mezcladores, vasos y platos que tiene un corto tiempo de uso y no se usaran para almacenamiento de alimento es por esto que platean algunos diseño que se presentan en la figura 9.

Figura 9 Diseños envases desechables



La película obtenida se envía laboratorio externo. Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria - Fundación INTAL, para la verificación de los parámetros de calidad obteniendo los siguientes resultados identificados en la figura 10.

Figura 10 Resultados de laboratorio película y lámina obtenida en el laboratorio de Tecnoparque CPIC- SENA

3. RESULTADOS						
Código	Fecha análisis	Ensayo	Método	Resultado	Especificación	Cumplimiento
5143-19	2019-12-10	Migración Global en simulantes de alimentos acuosos y sustitutivos al graso por inmersión total. Materiales destinados a entrar en contacto con alimentos	<sup>(a)</sup> MERCOSUR/GMC/ RES N° 40/15  Contacto por Inmersión total Simulante D (n-Heptano) <u>Acondicionamiento:</u> 30 minutos a 20°C	Replica 1: 0,53 mg/dm <sup>2</sup>	<sup>(b)</sup> < 8,0 mg/dm <sup>2</sup>	Cumple
				Replica 1: 0,63 mg/dm <sup>2</sup>		
				Replica 1: 0,53 mg/dm <sup>2</sup>		
				Promedio: 0,56 mg/dm <sup>2</sup>		
5143-19	2019-12-10	Migración Global en simulantes de alimentos acuosos y sustitutivos al graso por inmersión total. Materiales destinados a entrar en contacto con alimentos	<sup>(a)</sup> MERCOSUR/GMC/ RES N° 40/15  Contacto por celda Simulante A (Agua desionizada) <u>Acondicionamiento:</u> 24 Horas a 50°C	Ver observaciones y anexo 5.1	<sup>(b)</sup> < 8,0 mg/dm <sup>2</sup>	No aplica
5143-19	2019-12-10	Migración Global en simulantes de alimentos acuosos y sustitutivos al graso por inmersión total. Materiales destinados a entrar en contacto con alimentos	<sup>(a)</sup> MERCOSUR/GMC/ RES N° 40/15  Contacto por celda Simulante b (Ácido acético 3% m/v) <u>Acondicionamiento:</u> 24 Horas a 50°C	Ver observaciones y anexo 5.1	<sup>(b)</sup> < 8,0 mg/dm <sup>2</sup>	No aplica
5143-19	2019-12-11	Determinación de Velocidad de transmisión de Oxígeno (O <sub>2</sub> TR)  <u>Condiciones de ensayo:</u> Área expuesta: 50 cm <sup>2</sup> Temperatura: 24,9 °C Humedad relativa: 0 %	ASTM D3985-17	<sup>(c)</sup> 518,358 [cm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> .d)]	No aplica	No aplica
5143-19	2019-12-11	Determinación de Fuerza de Selle	ASTM F88/F88M – 15	Ver observaciones	No aplica	No aplica

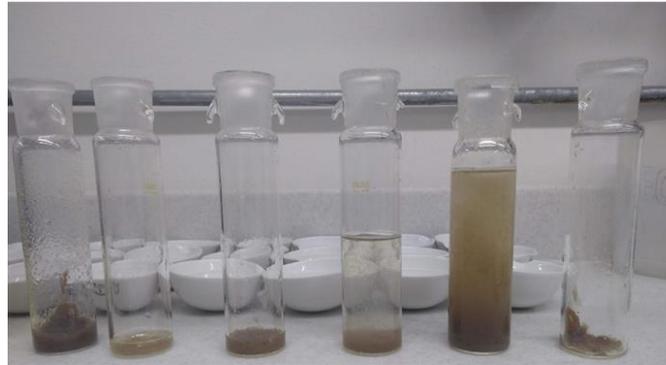
Nota: (a) MERCOSUR/GMC/RES Nro. 40/15: Reglamento técnico MERCOSUR sobre materiales, envases y equipamientos celulósicos destinados a estar en contacto con alimentos (Parte III). (b) Resolución 0834 de 2013 del Ministerio de Salud y Protección Social, República de Colombia, Artículo 6. (c) Ensayo subcontratado. Reporte de resultados N° 2019-582

La muestra se elaboró de acuerdo a los requerimientos establecidos por el laboratorio INTAL. Una muestra de 1m<sup>2</sup> y 25 muestras de 12 cm<sup>2</sup>, y se entregaron en las instalaciones del laboratorio.

Como resultado de los ensayos de migración global para simulantes A (agua desionizada) y simulante B (ácido acético 3% m/v) se invalidan debido a que la integridad de la muestra se ve comprometida por la disolución de la porción evaluada en dichos simulantes. Se presenta evidencia gráfica de dicha situación, como se evidencia figura 11, invalidación ensayos de

migración global.

*Figura 11 Resultado de prueba de migración Global*



#### 4. Conclusión

En varias investigaciones el almidón se ha considerado como un compuesto principal para la elaboración de películas o láminas biodegradables. Sin embargo, el almidón debe mezclarse con otro tipo de sustancias como otros Carbohidratos; polímero de cadenas larga; para obtener películas con las características adecuadas para el empaque. Éstas confieren diversas propiedades a la película o lámina dependiendo del tipo de compuesto agregado y de la función que se espera que cumpla. De esta manera, se distinguen sustancias poliméricas naturales como la Celulosa.

El procesamiento de las películas biodegradables basadas en almidón y la mezcla con otros polímeros se realiza principalmente mediante tres formas: mezcla, cocción y moldeo tiene en cuenta las propiedades de hidratación y gelificación de los carbohidratos utilizados en la mezcla.

Al no existir una norma que regule de forma directa los materiales biodegradables, los análisis realizados continúan siendo para envases obtenido de fuentes de petróleo.

El uso de materiales biodegradable para accesorio que no usan como almacenamiento de alimentos, pero de un alto consumo, como productos desechables, debería tener una prioridad, debido a la alta contaminación ambiental que genera en fauna y flora del mundo y que fueron identificadas en esta investigación.

## 5. Referencias.

- Aristizábal, j. (2007). *guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca*. roma: fao.
- campos, r. p. (2011). post-harvest conservation of organic. *revista ceres*, 58(5), 554-560.
- Durrani, c. m. (1995). physical characterisation of amylopectin gels. *polymer gels and networks*, 3(1), 1-27.
- Ramirez alonso, s. m. (2017). Aprovechamiento de residuos lignocelulósicos de la ananas comosus (piña) para la producción de xilitol por hidrólisis enzimática. bogotá - colombia: fundación universidad de américa.
- Pérez, A. R.-I. (2019). Production and characterization of biodegradable films of a novel polyhydroxyalkanoate (PHA) synthesized from peanut oil. *El Servier*.
- Ambiente, M. (2017). Bolsa de yuca que al llegar al mar, se disuelven en el agua. *El espectador*, 1.
- Anonymous. (2018). Politécnicos crean bioplástico con cáscara de mango. *NOTIMEX*; México City, 2.
- Brenda Puello salcedo, l. z. (2014). Obtención de una película biodegradable a partir del olote de maíz para ser utilizada como empaque de alimentos. Cartagena: universidad de san buenaventura seccional Cartagena.
- Colombia, i. u. (2016). Patente para plástico de almidón de yuca. *Universidad Colombia*, 1-9.
- Colombia, I. u. (2016). Patente para plástico de almidón de yuca. *Universidad Colombia*, 1-9.
- Daniela Soledad Mansilla, G. C. (2014). *Universidad Nacional Autónoma de México*, 56-59.
- DURAN V, J. A. (2005). Formulación para la obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de yuca. *Revista científica*
- Ockham, G. 3. Enciclopedia. (2017). Residuos orgánicos. *Enciclopedia*, 2.
- Europea, P. m. (2016). Envases biodegradables hechos de material compuesto con fibras vegetales. *Cordis*, 1.
- Guerteins, v. (2009). Plásticos orgánicos para envasado. *Foot pack Summit*, 1.
- López Giraldo, J. C. (2014). *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*. Usos potenciales de la cáscara de banano: elaboración de un bioplástico, pág 15