



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**“ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DEL ALMIDÓN  
DE LA CÁSCARA DE LA PAPA (*Solanum Tuberosum*) Y LA  
CÁSCARA DE LA PAPAYA HAWAINA (*Carica Papaya L.*) COMO  
ALTERNATIVA PARA USO DE ENVOLTURAS  
BIODEGRADABLES DE ALIMENTOS.”**

**Trabajo de Titulación**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA QUÍMICA**

**AUTORA:** EVELIN ESTEFANÍA TORRES ANDRADE

**DIRECTOR:** Ing. MARCO RAÚL CHIZA ROJAS MSc.

Riobamba – Ecuador

2021

**©2021, Evelin Estefanía Torres Andrade**


Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos por cualquier medio o procedimientos, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Evelin Estefanía Torres Andrade, declaro que el presente trabajo de titulación titulado es de mí autoría y los resultados del mismo son originales y auténticos. Los textos en el presente documento provenientes de otras fuentes se encuentran debidamente referenciados y citados.

Como autora, asumo la responsabilidad legal de los contenidos de este trabajo de titulación de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Riobamba, 21 de junio de 2021.

EVELIN  
ESTEFANIA  
TORRES  
ANDRADE



Firmado digitalmente  
por EVELIN ESTEFANIA  
TORRES ANDRADE  
Fecha: 2021.06.23  
10:44:39 -05'00'

**Evelin Estefanía Torres Andrade**

**0604932822-2**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo Investigación. **ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA PAPA (*Solanum Tuberosum*) Y LA CÁSCARA DE LA PAPAYA HAWAINA (*Carica Papaya L.*) COMO ALTERNATIVA PARA USO DE ENVOLTURAS BIODEGRADABLES DE ALIMENTOS**, realizado por la señorita: Evelin Estefanía Torres Andrade, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Segundo Hugo Calderón <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2021-06-21
Ing. Marco Raúl Chuiza Rojas <b>DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN</b>		2021-06-21
Ing. Hannibal Lorenzo Brito Moina Ph.D. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>		2021-06-21

## **DEDICATORIA**

A mis padres César Torres Meza y Nelly Andrade Espinoza está dedicado el presente trabajo por ser los pilares fundamentales en mi vida, haberme brindado su apoyo incondicional en todo momento, por depositar toda su confianza en mí y haber sido juntos un gran ejemplo de superación, constancia y valor para mí.

*Evelin*

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiii
RESUMEN.....	xv
SUMMARY .....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

1. MARCO TEORICO REFERENCIAL.....	3
1.1. Identificación del Problema .....	3
1.2. Justificación de la Investigación .....	3
1.3. Objetivos de la Investigación.....	4
1.3.1. <i>General</i> .....	4
1.3.2. <i>Específicos</i> .....	4

### CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO.....	5
2.1. Antecedentes de la Investigación .....	5
2.2. Marco Conceptual o Glosario .....	6
2.2.1. <i>Tubérculos</i> .....	6
2.2.1.1. <i>Papa (Solamun Tuberosum)</i> .....	7
2.2.2. <i>Fruta</i> .....	9
2.2.2.1. <i>Papaya (Carica Papaya L.)</i> .....	10
2.2.3. <i>Bioplástico</i> .....	12
2.2.4. <i>Carbohidratos</i> .....	12
2.2.5. <i>Polisacáridos</i> .....	13
2.2.5.1. <i>Celulosa</i> .....	13
2.2.5.2. <i>Almidón</i> .....	13
2.2.6. <i>Ácido acético</i> .....	14
2.2.7. <i>Agua destilada</i> .....	14
2.2.8. <i>Glicerol</i> .....	14

2.2.9.	<i>Método Casting</i> .....	14
2.3.	<b>Planteamiento de las Hipótesis</b> .....	14
2.3.1.	<i>Hipótesis General</i> .....	14
2.3.2.	<i>Hipótesis Específicas</i> .....	15
2.4.	<b>Identificación de Variables</b> .....	15
2.5.	<b>Operacionalización de Variables</b> .....	16
2.6.	<b>Matriz de Consistencia</b> .....	17
2.7.	<b>Tipo y Diseño de la Investigación</b> .....	19
2.7.1.	<i>Tipo de Investigación</i> .....	19
2.7.2.	<i>Diseño de la Investigación</i> .....	19
2.8.	<b>Unidad de Análisis</b> .....	19
2.9.	<b>Población de Estudio</b> .....	19
2.10.	<b>Tamaño de Muestra</b> .....	19
2.11.	<b>Técnicas de Recolección de Datos</b> .....	20
2.11.1.	<i>Extracción de almidón</i> .....	20
2.11.1.1.	<i>Técnicas de extracción de almidón de cáscara de papa (Solanum Tuberosum)</i> .....	20
2.11.1.2.	<i>Análisis de caracterización de almidón de papa y cáscara de papaya</i> .....	22
2.11.2.	<i>Técnica de obtención de bioplásticos</i> .....	26
2.11.3.	<i>Caracterización de bioplásticos</i> .....	28

### CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	31
3.1.	<b>Datos obtenidos de los ensayos de la papa y papaya</b> .....	31
3.1.1.	<i>Variables empeladas para calcular el rendimiento del almidón de cáscara de papa</i> .....	32
3.1.2.	<i>Análisis físico-químicos del almidón de la cáscara de papa y la cáscara de papaya</i> .....	36
3.1.2.1.	<i>Determinación de materia seca y humedad</i> .....	36
3.1.2.2.	<i>Determinación de contenido de ceniza</i> .....	37
3.1.2.3.	<i>Determinación de pH</i> .....	37
3.1.2.4.	<i>Determinación de densidad aparente</i> .....	38
3.1.2.5.	<i>Determinación de solubilidad</i> .....	38
3.1.2.6.	<i>Determinación de índice de solubilidad en agua, poder de hinchamiento e índice de absorción de agua</i> .....	39
3.1.2.7.	<i>Determinación de amilosa y amilopectina</i> .....	40
3.1.2.8.	<i>Determinación de temperatura de gelatinización</i> .....	40

3.1.2.9.	<i>Determinación de viscosidad</i> .....	41
3.1.2.10.	<i>Determinación de sensibilidad</i> .....	41
3.1.2.11.	<i>Determinación de azúcares reductores</i> .....	42
3.1.2.12.	<i>Análisis microbiológicos</i> .....	42
3.2.1.	<b><i>Ensayos preliminares para la elaboración de bioplásticos</i></b> .....	45
3.2.2.	<b><i>Cálculos realizados a las pruebas de bioplásticos de almidón de cáscara de papa y cáscara de papaya</i></b> .....	48
3.2.2.1.	<i>Cálculos del análisis de humedad</i> .....	48
3.2.2.2.	<i>Cálculos del análisis de solubilidad</i> .....	48
3.2.2.3.	<i>Cálculos del análisis de transmisión de vapor</i> .....	48
3.2.2.4.	<i>Cálculos del análisis de biodegradabilidad</i> .....	49
3.2.3.	<b><i>Resultados obtenidos de la caracterización mecánica y físico-química del bioplástico</i></b> .....	49
3.2.3.1	<i>Análisis de humedad</i> .....	49
3.2.3.2.	<i>Análisis de espesor</i> .....	50
3.2.3.3.	<i>Análisis de porcentaje de solubilidad</i> .....	52
3.2.3.4.	<i>Análisis de biodegradabilidad</i> .....	53
3.2.3.5.	<i>Análisis de pruebas mecánicas</i> .....	58
3.2.3.6.	<i>Análisis de permeabilidad de vapor de agua</i> .....	60
3.3.	<b>Pruebas de Hipótesis</b> .....	63
3.3.1.	<b><i>Hipótesis 1</i></b> .....	63
3.3.2.	<b><i>Hipótesis 2</i></b> .....	63
3.3.3.	<b><i>Hipótesis 3</i></b> .....	63
3.3.4.	<b><i>Hipótesis 4</i></b> .....	63
3.3.5.	<b><i>Hipótesis 5</i></b> .....	63
3.3.6.	<b><i>Hipótesis 6</i></b> .....	64
3.4.	<b>Propuesta del Proyecto</b> .....	66
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	69
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	70
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b>	Estudios vinculados a la obtención y estudio de bioplásticos como precedentes para la realización de la investigación. ....	6
<b>Tabla 2-2:</b>	Taxonomía de la papa .....	8
<b>Tabla 3-2:</b>	Composición físico-química de la papa ( <i>Solanum Tuberosum</i> ).....	9
<b>Tabla 4-2:</b>	Taxonomía de la papaya ( <i>Carica Papaya L.</i> ) .....	11
<b>Tabla 5-2:</b>	Composición físico-química de la papaya .....	12
<b>Tabla 6-2:</b>	Identificación de variables .....	15
<b>Tabla 7-2:</b>	Operacionalización de variables .....	16
<b>Tabla 8-2:</b>	Matriz de consistencia.....	17
<b>Tabla 9-2:</b>	Técnica de extracción de almidón de cáscara de papa.....	20
<b>Tabla 10-2:</b>	Análisis de caracterización de almidón y cáscara de papaya.....	22
<b>Tabla 11-2:</b>	Proceso para la elaboración de bioplásticos.....	26
<b>Tabla 12-2:</b>	Análisis de caracterización de bioplásticos.....	28
<b>Tabla 1-3:</b>	Datos del análisis macro-morfológico de la papa y papaya.....	31
<b>Tabla 2-3:</b>	Caracterización organoléptica de la materia prima.....	31
<b>Tabla 3-3:</b>	Caracterización organoléptica del almidón de cáscara de papa y la cáscara de papaya .....	32
<b>Tabla 4-3:</b>	Variables empleadas para la obtención de almidón .....	32
<b>Tabla 5-3:</b>	Resultados del análisis de obtención de rendimiento del almidón.....	33
<b>Tabla 6-3:</b>	Resultados de rendimiento de cáscara de papaya .....	34
<b>Tabla 7-3:</b>	Análisis de varianza del rendimiento del almidón de la cáscara de papa .....	34
<b>Tabla 8-3:</b>	Resultados de la diferencia honestamente significativa del almidón de la cáscara papa.....	35
<b>Tabla 9-3:</b>	Análisis Tukey del rendimiento del almidón de cáscara de papa .....	35
<b>Tabla 10-3:</b>	Análisis estadístico descriptivo del rendimiento de la cáscara de papaya .....	35
<b>Tabla 11-3:</b>	Resultados del análisis de materia seca y humedad .....	36
<b>Tabla 12-3:</b>	Resultados del análisis de contenido de ceniza.....	37
<b>Tabla 13-3:</b>	Resultados del análisis de ph .....	37
<b>Tabla 14-3:</b>	Resultados del análisis de densidad aparente.....	38
<b>Tabla 15-3:</b>	Resultados del análisis de solubilidad.....	38
<b>Tabla 16-3:</b>	Resultados de índice de solubilidad en agua, poder de hinchamiento e índice de absorción de agua.....	39
<b>Tabla 17-3:</b>	Resultados del análisis de amilosa y amilopectina .....	40
<b>Tabla 18-3:</b>	Resultados del análisis de temperatura de gelatinización .....	40
<b>Tabla 19-3:</b>	Resultados del análisis de viscosidad.....	41

<b>Tabla 20-3:</b>	Resultados del análisis de sensibilidad .....	41
<b>Tabla 21-3:</b>	Resultados del análisis de azúcares reductores .....	42
<b>Tabla 22-3:</b>	Resultados del análisis microbiológicos del almidón de cáscara de papa.....	42
<b>Tabla 23-3:</b>	Resultados de los análisis físico-químicos.....	43
<b>Tabla 24-3:</b>	Nomenclatura y concentraciones para la elaboración de bioplásticos .....	45
<b>Tabla 25-3:</b>	Análisis preliminar para la obtención de bioplásticos a partir de almidón de cáscara de papa .....	46
<b>Tabla 26-3:</b>	Análisis preliminar para la obtención de bioplásticos a partir de almidón de cáscara de papa .....	47
<b>Tabla 27-3:</b>	Resultados del análisis de humedad de bioplásticos .....	49
<b>Tabla 28-3:</b>	Resultados del análisis de espesor del bioplástico almidón de cáscara de papa ..	50
<b>Tabla 29-3:</b>	Resultados del análisis de espesor del bioplástico de almidón de cáscara de papa y cáscara de papaya.....	51
<b>Tabla 30-3:</b>	Resultados del análisis de solubilidad de bioplásticos .....	52
<b>Tabla 31-3:</b>	Datos para el análisis de biodegradabilidad del bioplásticos de almidón de cáscara papa.....	53
<b>Tabla 32-3:</b>	Datos para el análisis de biodegradabilidad del bioplásticos de almidón de cáscara papa y cáscara de papaya .....	53
<b>Tabla 33-3:</b>	Resultados del análisis de biodegradabilidad del bioplásticos de almidón de cáscara papa.....	54
<b>Tabla 34-3:</b>	Resultados del análisis de biodegradabilidad del bioplásticos de almidón de cáscara papa y cáscara de papaya .....	56
<b>Tabla 35-3:</b>	Resultados de análisis de pruebas mecánicas.....	58
<b>Tabla 36-3:</b>	Datos parar el análisis de permeabilidad de vapor de agua de bioplástico plástico a partir de almidón de cáscara de papa .....	60
<b>Tabla 37-3:</b>	Datos parar el análisis de permeabilidad de vapor de agua de bioplástico plástico a partir de almidón de cáscara de papa y cáscara de papaya .....	60
<b>Tabla 38-3:</b>	Resultados obtenidos de la tasa de transmisión de vapor del bioplástico de almidón de cáscara de papa.....	61
<b>Tabla 39-3:</b>	Resultados obtenidos de la tasa de transmisión de vapor del bioplástico de almidón de cáscara de papa y cáscara de papaya .....	61
<b>Tabla 40-3:</b>	Resultados obtenidos del análisis de permeabilidad de vapor de agua del bioplástico de almidón de cáscara de papa .....	62
<b>Tabla 41-3:</b>	Resultados obtenidos del análisis de permeabilidad de vapor de agua del bioplástico de almidón de cáscara de papa y cáscara de papaya.....	62
<b>Tabla 42-3:</b>	Costo de insumo y materia prima .....	67
<b>Tabla 43-3:</b>	Costo de bioplásticos .....	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-2:</b> Diagrama de flujo de extracción de almidón de cáscara de papa.....	21
<b>Figura 2-2:</b> Diagrama de flujo del proceso de elaboración de bioplásticos .....	27
<b>Figura 3-3:</b> Diagrama de procesos de obtención de bioplástico .....	66

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b> Diagrama de dispersión del rendimiento de la cáscara de la papaya .....	36
<b>Gráfico 2-3:</b> Porcentaje de humedad de bioplásticos .....	50
<b>Gráfico 3-3:</b> Espesor de bioplásticos .....	51
<b>Gráfico 4-3:</b> Espesor de bioplásticos .....	52
<b>Gráfico 5-3:</b> Biodegradabilidad de almidón de cáscara de papa .....	55
<b>Gráfico 6-3:</b> Biodegradabilidad de almidón de cáscara de papa y cáscara de papaya.....	57
<b>Gráfico 7-3:</b> Pruebas de tracción de bioplásticos de almidón de cáscara de papa.....	59
<b>Gráfico 8-3:</b> Pruebas de tracción de bioplásticos de almidón de cáscara de papa y cáscara de papaya .....	59
<b>Gráfico 9-3:</b> Propiedades de tracción del bioplástico a partir de almidón .....	64
<b>Gráfico 10-3:</b> Propiedades de tracción del bioplástico a partir de almidón y cáscara de papaya	64

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN

**ANEXO B:** ANÁLISIS MACROMORFOLÓGICO DE LA PAPA

**ANEXO C:** ANÁLISIS MACRO-MORFOLÓGICO DE LA PAPAYA

**ANEXO D:** ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS

**ANEXO E:** ANÁLISIS DE AMILOSA

**ANEXO F:** ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

**ANEXO G:** ENSAYOS PRELIMINARES DE BIOPLÁSTICOS

**ANEXO H:** BIOPLÁSTICOS

**ANEXO I:** ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE BIOPLÁSTICOS

**ANEXO J:** RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

**ANEXO K:** RESULTADOS DE PRUEBAS DE TRACCIÓN

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>AOAC:</b>	Asociación de Químicos Analíticos Oficiales
<b>ASTM:</b>	Sociedad Americana para el Ensayo y Materiales
<b>CA:</b>	Concentración de almidón
<b>CC:</b>	Concentración de cáscara de papaya
<b>CG:</b>	Concentración de glicerina
<b>FAO:</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
<b>INEN:</b>	Instituto Ecuatoriano de Normalización
<b>INIAP:</b>	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
<b>IAA:</b>	Índice de absorción de agua
<b>ISA:</b>	Índice de solubilidad en agua
<b>ISIS:</b>	Instituto Internacional de Almidón
<b>NTE:</b>	Normativa Técnica Ecuatoriana
<b>PH:</b>	Poder de hinchamiento
<b>R:</b>	Rendimiento
<b>RPM:</b>	Revoluciones por minuto
<b>t:</b>	Tiempo
<b>TPH:</b>	Tratamiento de bioplásticos de almidón de cáscara de papa y cáscara de papaya
<b>TPP:</b>	Tratamiento de bioplásticos de almidón de cáscara de papa

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo la elaboración de bioplástico a partir de almidón de cáscara de papa (*Solanum Tuberosum*) y la cáscara de la papaya (*Carica Papaya L.*) para uso de envolturas biodegradables de alimentos por lo que se extrajo mediante vía húmeda el almidón licuando la cáscara de papa con agua destilada, se realizó seis tratamientos con cuatros repeticiones respectivamente variando la velocidad y el tiempo, estableciendo así el tratamiento más óptimo, siendo el tratamiento seis con 5,421% de rendimiento. Seguidamente se desarrolló la caracterización microbiológica y físico-química tanto del almidón como de la cáscara de papaya la cual no tuvo almidón, pero fue utilizada como aditivo. En cuento a la elaboración de los dos tipos de bioplásticos se realizó mediante el diseño factorial  $2^k$  variando las concentraciones de almidón, glicerina y cáscara de papaya, en tanto que el agua y ácido acético permanecieron constantes posteriormente se puso a secar a  $21^{\circ}\text{C}$  como producto se obtuvo bioplástico transparente. Seguidamente se llevó a cabo la caracterización mecánica y físico-química de los bioplásticos con los cuales se determinó que el tratamiento TPP2 fue el más óptimo con los siguientes resultados: 11,717% de humedad; 0,21 mm de espesor; 43,943% de solubilidad; en las pruebas mecánicas de tracción se obtuvo 46,6% de elongación; por otra parte, tuvo una biodegradabilidad durante 15 días de 29,743% en compost y 26,502% en el ambiente.

**Palabras clave:** <BIODEGRADABILIDAD>, <PRUEBAS DE TRACCIÓN>, <CARACTERIZACIÓN>, <BIOPLÁSTICO>, <TRATAMIENTO>, <CÁSCARA>, <PAPA (*Solanum Tuberosum*)>, <PAPAYA (*Carica Papaya L.*)>, <AMILOSA>, <ALMIDÓN>

Firmado digitalmente por LUIS ALBERTO CAMINOS VARGAS  
Nombre de reconocimiento (DN): c=EC, 1=QICRAMBA, serialNumber=0602766974, cn=LUIS ALBERTO CAMINOS VARGAS  
Fecha: 2021.05.13 09:35:36 -05'00'

**LUIS ALBERTO  
CAMINOS  
VARGAS**



1142-DBRA-UTP-2021

## SUMMARY

The research aimed at the development of bioplastic from potato (*Solanum Tuberosom*) husk starch and papaya shell (*Carica Papaya L.*) for use of biodegradable food wrappers so the starch was extracted by wet means, liquefying the potato peel with distilled water. Six treatments were performed with four repetitions respectively varying speed and time. Subsequently, the microbiological and physicochemical characterization of both the starch and the papaya peel was developed, which did not have starch, but it was used as an additive. Regarding the elaboration of the two types of bioplastics, it was carried out using the 2K factorial design, varying the concentrations of starch, glycerin and papaya peel, while the water and acetic acid remained constant, it was subsequently dried at 21 ° C as a product, transparent bioplastic was obtained. Next, the mechanical and physical-chemical characterization of the bioplastics was carried out, with which it was determined that the TPP2 treatment was the most optimal with the following results: 11.717% humidity; 0.21mm thick; 43.943% solubility; In the mechanical tensile tests, 46.6% elongation was obtained. On the other hand, it had a biodegradability for 15 days of 29.743% in compost and 26.502% in the environment.

**Keywords:** <BIODEGRADABILITY>, <TRACTION TESTS>, <CHARACTERIZATION>, <BIOPLASTIC>, <TREATMENT>, <PEEL>, <POTATO (*Solanum Tuberosom*)> <PAPAYA (*Carica Papaya L.*)> <AMILOSA>, <STARCH>



## INTRODUCCIÓN

El uso de los polímeros se remonta a la antigüedad pues eran utilizados para la creación de objetos y utensilios de la vida diaria. Con el transcurso del tiempo se realizaron varias investigaciones con la finalidad de obtener un polímero sintético, siendo así, el químico Leo Hendrick Baekeland quién encontró el método de obtención y también desarrollo el moldeado del plástico, dicha investigación tuvo una enorme acogida ya que, el producto poseía inusuales propiedades. Posteriormente surgieron varios polímeros que revolucionaron la industria del plástico. Siendo así hoy en día el plástico la tercera aplicación del petróleo más utilizada a nivel mundial. (González, 2020)

El plástico en el planeta corresponde al mayor contaminante del ambiente, únicamente el 10% es reciclado mientras que el sobrante en forma de basura y macropartículas se va a los mares. En el Ecuador actualmente el 11% de los residuos sólidos totales generados son plásticos. Se estima que no basta en concientizar a las personas acerca de elegir productos que posean una mínima cantidad de plástico, para lo cual se cree que la industria debe brindar alternativas biodegradables y que cada persona debe preferir prácticas sustentables. Hoy en día no es suficiente reciclar, para lo cual se considera necesaria la creación de plásticos biodegradables (Naranjo, 2019).

El bioplástico es una clase de plástico biodegradable, los cuales radican en conseguir polímeros naturales provenientes de residuos agrícolas, celulosa o almidón. Las ventajas de los bioplásticos es la conservación del medio ambiente, reducción de los residuos no biodegradables que contaminan el medio ambiente, conservación de fuentes de energía no renovables, etc. La utilización de bioplásticos favorece a la disminución de la contaminación del planeta y al empleo de los residuos generados (Pizá et al., 2017: pp. 9-14).

La papa al poseer un almidón el cual es un biopolímero amistoso con el ambiente, al ser plastificado da origen a una variedad de bioplástico que permite su utilización industrialmente, el cual es una alternativa para reemplazar el plástico derivado del petróleo (Charro, 2015, p.7). El almidón es un carbohidrato de almacenamiento de los vegetales, el cual se adquiere de los granos de cereales, raíces, tubérculos. La forma del almidón es variada, puede ser ovalada incluso irregular (Brito et al., 2021, pp. 196).

El almidón es un biopolímero obtenido a partir de biomasa. Haciendo uso de la cáscara de la papaya y el almidón obtenido de la cáscara de la papa se puede obtener bioplásticos utilizando residuos orgánicos, generando así un valor agregado al uso de la papa y de la papaya.

En la presente investigación se utilizó la cáscara de papa para extraer almidón en base húmeda obteniendo un rendimiento de 5,421%, para lo cual se realizó la selección de la materia prima, la misma que debe estar en condiciones madura y fresca; posteriormente se lavó y peló el tubérculo; seguidamente se licua 500 g de cáscara con 300 mL de agua destilada; a continuación se lleva a cabo el proceso de filtración, sedimentación y decantación; luego se deja secar a temperatura ambiente durante 48 horas; se tritura el almidón, por último se tamiza el almidón para realizar su caracterización (Brito, 2000, pp. 35). El bioplástico se elaboró con almidón, glicerina, agua destilada, ácido acético y aditivo, estos fueron combinados hasta alcanzar la temperatura de gelatinización posteriormente se realizó el moldeo y secado del bioplástico.

Se realizaron diversos tratamientos, determinando que el tratamiento TTP2 el más óptimo conforme a los resultados obtenidos de los análisis de biodegradabilidad, caracterización físico-química, pruebas de tracción y permeabilidad de vapor de agua.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

### 1.1. Identificación del Problema

Actualmente el plástico es uno de los problemas principales a nivel mundial debido al tiempo en el que tardan en ser degradados es superior a los 300 años, a pesar que se ha creado campañas de concientización con finalidad de disminuir la contaminación del plástico.

La cantidad de plástico que se produce a nivel mundial es elevada, de dicha cantidad los residuos producidos son de 6.300 millones de toneladas, de lo cual el 79% se hallan en dispersos en la naturaleza y en vertederos (BBC, 2017).

Ecuador utiliza más de 260.000 toneladas de plásticos de uso único al año, la provincia que arroja más cantidad de plásticos a nivel del país es Imbabura seguida por Pichincha. En tanto que la provincia Chimborazo es la provincia que menor cantidad arroja (Morán, 2020).

### 1.2. Justificación de la Investigación

Los plásticos son derivados del petróleo, constituyen una industria creciente debido a sus propiedades mecánicas y fisicoquímicas. Sin embargo, esta industria tiene una gran problemática ambiental ya que el plástico forma parte de los desechos producidos mundialmente una vez ya desechados. Al provenir de una fuente no renovable, posee resistencia a la degradación biológica o química, son livianos en comparación a otros materiales utilizados para los mismos fines, debido a su estructura permanecen como contaminantes en la superficie terrestres por un tiempo prolongado.

La problemática generada por el uso excesivo del plástico radica en su baja biodegradabilidad (Rivera et al., 2009: pp. 58-59). En Ecuador la problemática relativa al inadecuado manejo de los residuos sólidos actualmente constituyente un problema de alcance mundial. Las láminas biodegradables se elaboran de materia prima natural que se descompone fácilmente en el ambiente, el bioplástico debe poseer propiedades análogas o mejor que las que posee el plástico habitual, se requiere menos energía para reciclar proporcionando una producción más rápida y eficiente. Los elementos que constituyen los bioplásticos pueden volver a la naturaleza

adaptándose en los ciclos naturales de materia. Mediante la elaboración de bioplásticos se busca minimizar el uso de plástico común.

El presente trabajo de investigación es de elevado beneficio debido a que tiene un propósito determinado, el disminuir el uso de plástico, utilizando bioplástico fabricado a partir del almidón de la papa (*Solanum Tuberosum*) y la cáscara de la papaya (*Carica Papaya L.*), los cuales dan una alternativa al uso del material plástico utilizado habitualmente, lo cual ayuda a la reducción de la contaminación del medio ambiente y a la reutilización de los residuos generados habitualmente.

Colaborando de esta manera al proyecto de Investigación denominado “**ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA PAPA (*Solanum Tuberosum*) Y LA CÁSCARA DE LA PAPAYA HAWAINA (*Carica Papaya L.*) COMO ALTERNATIVA PARA USO DE ENVOLTURAS BIODEGRADABLES DE ALIMENTOS.**”, considerando como una alternativa ambiental ocasionado por la acumulación de plásticos.

### **1.3. Objetivos de la Investigación**

#### **1.3.1. General**

- Elaborar bioplásticos a partir del almidón de la cáscara de la papa (*Solanum Tuberosum*) y la cáscara de la papaya hawaina (*Carica Papaya L.*) como alternativa para uso de envolturas biodegradables de alimentos.

#### **1.3.2. Específicos**

- Extraer el almidón de la cáscara de la papa y la cáscara de la papaya.
- Determinar el rendimiento de almidón obtenido a partir de la cáscara de la papa y la cáscara de la papaya.
- Realizar la caracterización fisicoquímica del almidón de la cáscara de la papa y la cáscara de la papaya en base a la norma NTE INEN 1456 (Reactivos para análisis. Almidón soluble. Métodos de ensayo).
- Obtener los bioplásticos a nivel de laboratorio a partir del almidón de la cáscara de la papa y la cáscara de la papaya.
- Validar los bioplástico obtenidos mediante la caracterización en base a la norma INEN 2635 (Métodos para ensayos para las propiedades de Tracción Láminas Plásticas Delgadas).

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO METODOLÓGICO**

#### **2.1. Antecedentes de la Investigación**

Los primeros bioplásticos se obtuvieron de componentes orgánicos. Jhon Wesley Hyatt Jr. dio origen al primer bioplástico obtenido a partir de la celulosa del algodón. Años después se originó el celuloide, el cual es utilizado para la elaboración de películas de filmación y fotográficas.

En el año de 1912 se creó el celofán el cual es derivado de la celulosa y es utilizado hasta el día de hoy. Hendrick Baekeland consiguió el primer polímero sintético en el año de 1907, al cual denominó baquelita. Sergéi Lébedev crea el primer polímero sintetizado de caucho en base al butadieno en el año de 1910.

En el siglo XX el costo ambiental ligado a las toneladas de millones de materiales no degradables y desechables producidos se hizo evidente. Biopol fue mostrado como el primer plástico completamente biodegradable.

Desde la década de los años noventa el bioplástico tomó elevado interés hasta el día de hoy. Con el transcurso de los años el bioplástico se ha ido produciendo mayormente a nivel mundial. Debido a las aplicaciones que posee en varias zonas industriales.

**Tabla 1-2:** Estudios vinculados a la obtención y estudio de bioplásticos como precedentes para la realización de la investigación.

N°	Tipo	Año	Lugar	Título de la Investigación	Autor (es)
1	Artículo científico	2009	Chihuahua	Fuentes de carbono económicas para la producción de bioplásticos bacterianos	Luis Roberto Rodríguez ; Guadalupe Virginia Nevárez
2	Artículo científico	2013	La Sabana	Biopolímeros: avances y perspectivas	Manuela Valero; Fernando Yamileth Ortegón; Yomaira Uscategui
3	Tesis	2013	Guatemala	Síntesis y caracterización de bioplástico a partir de almidón de banano verde ( <i>Musa sapientum</i> variedad <i>Cavendish</i> )	Carlos Humberto Iguardia Arrivillaga
4	Tesis	2015	Quito – Ecuador	Obtención de plástico biodegradable a partir de almidón de patata	Mónica Charro
5	Tesis	2016	Lima – Perú	Elaboración de bioplástico a partir de almidón residual obtenido de peladoras de papa y determinación de su biodegradabilidad a nivel de laboratorio	Paola Meza
6	Tesis	2017	Lima – Perú	Comparación de la calidad de bioplásticos obtenidos del almidón de los residuos de papa y camote de restaurantes del mercado central del distrito de independencia, 2017	Kevin Sánchez
7	Tesis	2019	Bogotá	Obtención de bioplástico a partir de almidón de papa	Juan Holguin
8	Tesis	2019	Riobamba – Ecuador	Obtención de plásticos biodegradables a partir de almidón de cascara de papa para su aplicación industrial	Jenny Marcela Guamán Bravo
9	Tesis	2019	Riobamba – Ecuador	Obtención de biofilm a partir del almidón de zanahoria blanca ( <i>Arracacia xanthorrhiza</i> ) y de camote ( <i>Ipomoea batata</i> ) como alternativa al uso de material plástico derivado del petróleo.	Joselyne Parra
10	Artículo científico	2019	Perú	Bioplículas producidas con cáscara de naranja y reforzadas con celulosa bacteriana	Evelin Alata Mayhuire; Yuri Cuadros Huamani; Luis Miranda Znardi; Esperanza Medina de Miranda

Realizado por: Torres, Evelin, 2021

## 2.2. Marco Conceptual o Glosario

### 2.2.1. Tubérculos

Parte de la planta que crece en el subsuelo, su principal función es el almacenamiento de energía, nutrientes y agua para garantizar la vida de la planta en temporada invierno o sequía (Leyva, 2019).

### 2.2.1.1. Papa (*Solanum Tuberosum*)

Tubérculo oriundo de los Andes de las zonas montañosas, en Sudamérica. Hace más de 10.000 años ha sido cultivado. A partir del imperio incaico. Alrededor del mundo es el tubérculo más cultivado (Rodríguez et al., 2012: pp. 199-200). Actualmente a escala internacional es un alimento elemental, ocupando así la posición cuatro en ser el cultivo alimenticio mayormente distribuido en el mundo (Leyva, 2019).

En los Andes de América del Sur se encuentra una considerable variedad genética de papa. En el Ecuador por lo general los cultivos de papas se realizan en laderas, terrenos irregulares (Pumisacho y Sherwood, 2002, pp. 21).

#### ✓ **Morfología de la Planta**

La papa es una planta tuberosa, herbácea, vive más de dos años por medio de tubérculos, en épocas frías pierde su tallo y hojas, su tallo es firme y alcanza una altura de hasta un metro.

- *Hojas*

Las hojas poseen de nueve a siete folios de aspecto lanceolada dispuestas de manera espiral en los tallos

- *Tallo*

Posee tres variedades de tallos, dos variedades de tallos subterráneos, los tallos tubérculos y los tallos rizomas; los cuales están conformados por los brotes. Y un circular aéreo en la parte transversal en el que se encuentran las hojas.

- *Tubérculo*

Es una de las tres variedades de tallos, se encuentra en el subsuelo, tiene la función de almacenar nutrientes. Se forma de la región meristemática. La distancia entre el anillo y la cutícula por lo general es de 0,5 cm.

- *Raíz*

Ramificación que se dispersa en la superficie, es capaz de alcanzar una profundidad hasta de 0,8 metros.

- *Flor*

Posee cinco pétalos de entre 4 y 3 centímetros de diámetro, fusionados por medio de los bordes que dan forma de estrella a la corola. Las flores son de diversos colores.

- *Fruto*

Una baya de aspecto similar al tomate de dimensión inferior, es el fruto de la planta de la papa. Su forma es cónica, alargada, redonda o alargada. El diámetro del fruto por lo general se encuentra entre 1 y 3 centímetros y la coloración que posee varía de castaño a violeta o de verde a amarillo.

### ✓ **Taxonomía**

**Tabla 2-2:** Taxonomía de la papa

<b>No.</b>	<b>Reino</b>	<i>Plantae</i>
<b>1</b>	<b>División</b>	<i>Magnoliophyta</i>
<b>2</b>	<b>Clase</b>	<i>Magnoliopsida</i>
<b>3</b>	<b>Subclase</b>	<i>Asteride</i>
<b>4</b>	<b>Orden</b>	<i>Solanales</i>
<b>5</b>	<b>Familia</b>	<i>Solanaceae</i>
<b>6</b>	<b>Subfamilia</b>	<i>Solanoideae</i>
<b>7</b>	<b>Tribu</b>	<i>Solaneae</i>
<b>8</b>	<b>Género</b>	<i>Solanum</i>
<b>9</b>	<b>Subgénero</b>	<i>Potatoe</i>
<b>10</b>	<b>Sección</b>	<i>Petota</i>
<b>11</b>	<b>Especie</b>	<i>Solanum tuberosum</i>
<b>12</b>	<b>Nombre común</b>	Papa, patata
<b>13</b>	<b>Nombre científico</b>	<i>Solanum tuberosum</i>

Fuente: Pumisacho y Sherwood (2002, pp. 33)

Realizado por: Torres, Evelin, 2021

### ✓ **Suelo**

En el Ecuador el suelo negro andino es el más común, el cual es de procedencia volcánica con elevado contenido de materia orgánica. Este tipo de suelo posee elevada estabilidad estructural, elevado alcance de retención de agua, favorable permeabilidad. Los suelos negros andinos poseen elevada potencia de fijación del fósforo. Los fertilizantes fosforados es uno de los más utilizados en el Ecuador. El pH del suelo más ideal debe encontrarse entre 5,2 y 6,4 (Pumisacho y Sherwood, 2002, pp. 27-28).



## ✓ Clima

La papa necesita un clima templado, medianamente frío y cálido. El cultivo debe comenzar en una situación meteorológica favorable, lo cual es antes de verano. Nos necesita elevadas temperaturas para producir favorables cosechas.

## ✓ Características Físico- Químicas

**Tabla 3-2:** Composición físico-química de la papa (*Solanum tuberosum*)

Composición por cada 100 g de parte comestible			
N°	Componente	Unidad	Cantidad
1	Calorías	kcal	84
2	Proteína	g	2,054
3	Grasa	g	0,12
4	Ceniza	g	1
5	Fibra	g	1,84
6	Agua	g	77,575
7	Azúcares	g	0,8
8	Carbohidratos	g	17,826
9	Calcio	mg	7,4
10	Potasio	mg	444,2
11	Fósforo	mg	50,75
12	Hierro	mg	1,362
13	Magnesio	mg	22,633
14	Zinc	mg	0,3
15	Sodio	mg	4,95
16	Selenio	ug	1
17	Yodo	µg	3
18	Niacina	mg	1,44
19	Tiamina	mg	0,095
20	Riboflavina	mg	0,03
21	Vitamina C	mg	17,74
22	Vitamina B6	mg	0,275
23	Folatos	µg	12
24	Vitamina E	µg	0,1

Realizado por: Torres, Evelin, 2021

### 2.2.2. Fruta

Producto comestible producido por algunas plantas silvestres o cultivadas. Por lo general es consumida cuando ha madurado. La fruta es utilizada para la elaboración de mermeladas, jaleas, jugos. Las frutas poseen una elevada porción de agua, escasas calorías minerales y vitaminas (Pérez y Merino, 2009).

### 2.2.2.1. Papaya (*Carica Papaya L.*)

Fruta perteneciente a la familia Caricácea. Es una planta frutal originaria de la zona tropical, la cual es oriunda de las llanuras de América Centra, actualmente se cultiva en diferentes lugares del mundo.

Es un producto de elevada costumbre en el Ecuador, con el transcurso del tiempo ha incrementado la importancia del cultivo de papaya debido a su rentabilidad. Las provincias de nuestro país que cultiva papaya son: Santa Elena, Manabí, Guayas, Los Ríos y Santo Domingo (Colcha, 2011, p. 1).

La papaya posee la enzima denominada papaína, es la principal constituyente de todas las propiedades de la papaya, hidrolizar enlaces peptídicos es uno de sus potenciales. Se obtiene la papaína cuando la fruta aún está verde. Entre los usos que tiene son: medicina, detergentes, textil, farmacéutica, dermatología, ablandador de carnes (Muñoz et al., 2019: pp. 39).

La pectina presente en la papaya es elevada. Es un gel natural, que posee las características de ser un espesante, insoluble en alcoholes y estabilizante (Maldonado et al., 2010: pp. 178).

#### ✓ **Morfología de la Planta**

La papaya es una planta herbácea gigante, la cual puede medir entre 2 hasta 10 metros de altura, el tronco es cilíndrico, recto, esponjoso, hueco de coloración café grisáceo o gris. En el tronco posee cicatrices de las hojas antiguas.

- *Hojas*

Las hojas se alternan sucesivamente en el vértice de las ramas y el tronco, miden entre 25 y 75 centímetros poseen de 11 a 7 lóbulos, el haz es de coloración verde amarillento o verde oscuro, tiene marcas visibles de las nervaduras de color blanco amarillo y venas reticuladas. La coloración de la hoja por debajo es verde amarillo pálido.

- *Tallo*

El tallo es circular, hueco salvo es la parte de los nudos, recto, en la corona posee follaje de hojas. Puede alcanzar una altura de hasta 10 metros. Generalmente no se ramifica. Su base es más gruesa sin ramas, posee cicatrices por la caída de hojas antiguas.

- *Flor*

Posee tres variedades de flores: flores femeninas. Flores masculinas y flores hermafroditas. Los frutos de las flores femeninas son grandes y globosos, los frutos de las flores hermafroditas son deformes y por último no generan fruto las flores masculinas. Son flores no ornamentales.

- *Fruto*

Los frutos de la planta de papayas se encuentran agrupados en el contorno del tronco. Baya esférica elipsoidal, color verde anaranjado, grande, jugosa, carnosa, posee una ranura en la parte superior de coloración verde amarillo o de color naranjado amarillento en la maduración. El interior es de color rojizo anaranjado con cuantiosas semillas. Está formado por la cáscara (exocarpio), semillas y mucílago (endocarpio) y la pulpa (mesocarpio).

- *Raíz*

Tiene raíz principal y raíces secundarias. El pivote (raíz principal) logra más de 1 metros de profundidad y es napiforme. Las raíces secundarias se extienden en un alcance de 80 y 100 centímetros de radio.

- ✓ **Taxonomía**

**Tabla 4-2:** Taxonomía de la papaya

Nº	Reino	<i>Plantae</i>
1	Subreino	<i>Embroyonta</i>
2	División	<i>Magnoliophyta</i>
3	Subdivisión	<i>Angiosperma</i>
4	Clase	<i>Magnoliopsida</i>
5	Orden	<i>Brassicales</i>
6	Familia	<i>Caricaceae</i>
7	Género	<i>Carica</i>
8	Especie	<i>Carica papaya</i>
9	Nombre científico	<i>Carica papaya l.</i>
10	Nombre común	Papaya, papayo

Fuente: Jiménez, 2011

Realizado por: Torres, Evelin.2021

- ✓ **Suelo**

El suelo apto para el cultivo de la papaya debe poseer una textura mesuradamente fina o mediana, profundidades entre 10 y 120 metros con un buen drenaje. No debe existir piedras. La fertilidad debe ser modera o buen. Por último, se sugiere cultivar en terrenos con un porcentaje de pendiente inferior al 5% (Arroyo et al., 2003: pp. 55-57).

- ✓ **Clima**

El clima debe encontrarse entre 22 y 30 °C con una precipitación anual entre 2000 y 3000 mm. No se debe cultivar la papaya en climas muy fríos ya que los frutos no van a madurar y se van a desarrollar mal. Puede soportar los vientos muy bien debido a la flexibilidad de sus tallos, pero

los vientos fornidos podrían causar daño en las hojas, mientras que no causa daño en los frutos ni flores (Arroyo et al., 2003: pp. 55-57).

### ✓ Características Físico-Químicas

**Tabla 5-2:** Composición físico-química de la papaya

Composición por cada 100 g de parte comestible			
N°	Componente	Unidad	Cantidad
1	Calorías	kcal	33,92
2	Agua	g	88,845
3	Ceniza	g	0,61
4	Fibra	g	1,84
5	Carbohidratos	g	8,582
6	Azúcar	mg	7,53
7	Fibra	g	0,985
8	Grasa	g	0,163
9	Proteína	g	0,54
10	Riboflavina	mg	0,037
11	Hierro	mg	0,337
12	Magnesio	mg	0,33
13	Potasio	mg	227,33
14	Calcio	mg	21,67
15	Fósforo	mg	12
16	Sodio	mg	4
17	Vitamina C	µg	68,82
18	Vitamina B	mg	0,36
19	Vitamina E	mg	0,01
20	Vitamina K	mg	2,6
21	Vitamina A	µg	130,875
22	Ácido fólico	µg	23
23	Tiamina	mg	0,03
24	Niacina	mg	0,37

Realizado por: Torres, Evelin, 2021

#### 2.2.3. *Bioplástico*

Es un plástico obtenido a partir de recursos renovables, el tiempo de degradación es notablemente inferior a la del plástico procedente del petróleo y es una alternativa para la industria de plásticos. Los biopolímeros son capaces de sustituir al plástico, los biopolímeros se clasifican en: biopolímeros obtenidos de manera directa de biomasa los cuales son en basados en celulosa y almidón. Biopolímeros obtenidos mediante monómeros bio-derivados y biopolímeros obtenidos a partir de organismos (Valero et al., 2013: pp. 172-174).

#### 2.2.4. *Carbohidratos*

Son llamados hidratos de carbono, glúcidos o sacáridos. Son macromoléculas constituidas por oxígeno y mayormente por hidrógeno y carbono. Su función es la reserva de energía (Pérez y Gardey, 2016)

### **2.2.5. Polisacáridos**

Está formado por una elevada cantidad de monosacáridos unidos por enlaces glucosídicos y logra tener un alto peso molecular. Su función es el almacenamiento de energía, presentan insolubilidad en el agua, posee un color blanco (Laguna, 2013, pp. 208).

#### **2.2.5.1. Celulosa**

La función que realiza es la formación de las paredes de las células vegetales, la cual da consistencia y forma. Está constituido por beta-glucosa unido por un enlace 1-4, posee una apariencia helicoidal se anexa por medio de puentes de hidrógeno y establecen microfibrillas, en ciertos casos forman fibras que pueden ser observadas a simple vista. Se estima que es la molécula orgánica con mayor cantidad en la naturaleza. Tiene un elevado auge económico debido a su utilización en la industria de elaboración de plásticos, papel, etc. (García, 2010).

#### **2.2.5.2. Almidón**

La función del almidón es el almacenamiento de carbohidratos, se encuentra en apariencia de gránulos y se halla en raíces semillas tubérculos. (García, 2010). Se encuentra el almidón en semillas de cereales, raíces, tubérculos, troncos, hojas y frutas (Aristizábal y Sánchez, 2007, p 33). Se forma por la unión de moléculas de glucosa, para ser más exactos está formado por amilopectina y amilosa importantes al conformar biopelículas. (García, 2010) El almidón es utilizado en las industrias alimenticias, posee varias funciones como son la de formar películas, adhesivo, gelificante, ligante, etc. (Gómez, 2003)

- **Amilosa**

Es la molécula más sencilla, en el almidón se encuentra entre 20 y 25 % del almidón, posee una cadena helicoidal unida por medio de enlaces  $\alpha$ -1-4-D-glucosídicos, no tiene ramificaciones, tiene de 300 a 350 unidades de glucosa (Laguna, 2013, p. 208).

- **Amilopectina**

Se encuentra de manera abundante en el almidón, presenta ramificaciones y en cada una de ella tiene de 24 a 30 moléculas de glucosa por cada ramificación. (Laguna, 2013) Posee enlaces  $\alpha$  (1-4) y  $\alpha$  (1-6). Las ramificaciones se encuentran entre 15 y 25 unidades de glucosa. Presenta solubilidad parcial en agua caliente (Hernández et al., 2008)

### **2.2.6. *Ácido acético***

Llamado ácido metilcarboxílico, ácido etanoico o ácido acético, Glicerol, su fórmula semidesarrollada es CH<sub>3</sub>COOH y la fórmula química es C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>. Su apariencia es cristalina, su punto de ebullición es 117,9 °C y su punto de fusión es de 16,6°C. Es corrosivo e inflamable, es un ácido débil. Es utilizado en la apicultura, fabricación de nylon, uso culinario, es usado en la revelación fotográfica, etc. (Raffino , 2020)

### **2.2.7. *Agua destilada***

El agua está formada por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógenos, es insípida e incolora. El agua destilada no es más que agua purificada sin microorganismos, es utilizada como reactivo químico, en radiadores de autos, baterías, limpieza de cristales, electrodomésticos, medicina (Pérez y Merino, 2015).

### **2.2.8. *Glicerol***

Conocido como 1,2,3 propanotriol o glicerina, está conformado por tres grupos hidroxilos. Es incoloro, dulce, viscoso, soluble en agua y posee un olor característico. Es un compuesto que posee la capacidad de absorber o ceder la humedad, es decir que es higroscópico. Está presente en todos los tipos de aceites, es utilizado para la elaboración de cosméticos, fabricación de aislantes, anticongelante, industria tabaquera, industria textil, etc. (Méndez, 2010)

### **2.2.9. *Método Casting***

Conocido también como vaciado en placa o método casting. Técnica empleada a nivel de laboratorio utilizada para la elaboración de películas que contienen en solución un polímero. Por el cual en una placa es vertido, para secar a condiciones establecidas para finalmente sacar de la placa la película resultante.

## **2.3. Planteamiento de las Hipótesis**

### **2.3.1. *Hipótesis General***

- Los bioplásticos obtenidos a partir del almidón de la cáscara de la papa (*Solanum tuberosum*) y la cáscara de la papaya hawaina (*Carica papaya L.*), pueden ser utilizados para envolturas biodegradables de alimentos.

### 2.3.2. Hipótesis Específicas

- Es probable obtener almidón a partir de la cáscara de la papa (*Solanum Tuberosum*) y la cáscara de la papaya (*Carica Papaya L.*)
- Con el rendimiento obtenido del almidón de la cáscara de la papa y la cáscara de la papaya, indicar si la materia es apta para posteriormente obtener bioplásticos.
- Con la realización de análisis de laboratorio será posible determinar las características físico-químicas del almidón de la cáscara de la papa y la cáscara de la papaya.
- Es posible obtener bioplástico a partir del almidón de la cáscara de la papa y la cáscara de la papaya.
- Los bioplásticos obtenidos presentan características de calidad comprobadas en base a la normativa INEN 2635 (Métodos para ensayos para las propiedades de Tracción Láminas Plásticas Delgadas)

### 2.4. Identificación de Variables

**Tabla 6-2:** Identificación de variables

Nº	Proceso	Variable Independiente	Variable independiente
1	Extracción de almidón y cáscara	Pesaje de la materia prima	Concentración de los reactivos Volumen de agua destilada
2	Secado	Temperatura	Tiempo de Secado Humedad Velocidad de secado
3	Tamizado	Rendimiento	Ceniza pH Solubilidad Densidad compactada y suelta Humedad Temperatura de Gelatinización Amilosa Amilasa Viscosidad
4	Obtención de Plásticos	Temperatura	Tiempo de secado Solubilidad Concentración Elongación Fuerza

Realizado por: Torres, Evelin, 2021

## 2.5. Operacionalización de Variables

**Tabla 7-2:** Operacionalización de variables

Variable	Concepto	Unidad de Medida	Indicadores
<b>DEPENDIENTE</b>			
Temperatura	La temperatura mide la energía térmica que posee un cuerpo y puede ser medida con la utilización de termómetros	°C	Temperatura en la obtención del bioplástico
Peso	Medida de fuerza gravitacional que ejerce sobre un cuerpo u objeto.	g	Cantidad del almidón y cáscara obtenido
tiempo	Magnitud física, que mide el lapso en el que ocurren cosas sometidas a cambios	h	Tiempo de secado
<b>INDEPENDIENTE</b>			
Rendimiento de almidón de cáscara de papa y cáscara de papaya	Porcentaje que se obtiene de los medios utilizados para conseguir algo y se logra el resultado.	%	Obtención de almidón de cáscara de papa y cáscara de papaya

**Realizado por:** Torres, Evelin, 2021



## 2.6. Matriz de Consistencia

**Tabla 8-2:** Matriz de consistencia

ASPECTOS GENERALES				
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS		
El uso del plástico causa contaminación en el medio ambiente.	Elaboración de bioplásticos a partir del almidón de la cáscara de la papa ( <i>Solanum Tuberosum</i> ) y la cáscara de la papaya hawaina ( <i>Carica Papaya L.</i> ) como alternativa para uso de envolturas biodegradables de alimentos.	Los bioplásticos obtenidos a partir del almidón de la cáscara de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) y la cáscara de la papaya hawaina ( <i>Carica papaya L.</i> ), pueden ser utilizados para envolturas biodegradables de alimentos.		
ASPECTOS ESPECÍFICOS				
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICA	VARIABLES	TÉCNICA
¿Se puede obtener almidón del almidón de la cáscara de la papa y la cáscara de la papaya?	Extraer el almidón de la cáscara de la papa y la cáscara de la papaya.	Es probable obtener almidón a partir de la cáscara de la papa ( <i>Solanum Tuberosum</i> ) y la cáscara de la papaya ( <i>Carica Papaya L.</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tiempo</li> <li>• Temperatura</li> </ul>	Extracción de almidón y cáscara
¿Será apto el almidón de la cáscara de la papa y la cáscara de papaya para la obtención de bioplásticos?	Determinar el rendimiento de almidón obtenido a partir de la cáscara de la papa y la cáscara de la papaya.	Con el rendimiento obtenido del almidón de la cáscara de la papa y la cáscara de la papaya, indicar si la materia es apta para posteriormente obtener bioplásticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de almidón obtenido</li> </ul>	Extracción de almidón y cáscara Cálculo de rendimiento del almidón de la cáscara de la papa y la cáscara de la papaya obtenida.

Continua

<p>¿Se puede determinar las características físico-químicas del almidón de la cáscara de papa y la cáscara de la papaya con análisis de laboratorio?</p>	<p>Realizar la caracterización físico-química del almidón de la cáscara de la papa y la cáscara de la papaya en base a la norma NTE INEN 1456 (Reactivos para análisis. Almidón soluble. Métodos de ensayo).</p>	<p>Con la realización de análisis de laboratorio será posible determinar las características físico-químicas del almidón de la cáscara de la papa y la cáscara de la papaya.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ceniza</li> <li>• Humedad</li> <li>• pH</li> <li>• Solubilidad</li> <li>• Densidad aparente</li> </ul>	<p>Métodos físicos NTE INEN 1456</p>
<p>¿Será posible obtener bioplástico a nivel de laboratorio?</p>	<p>Obtener los bioplásticos a nivel de laboratorio a partir del almidón de la cáscara de la papa y la cáscara de la papaya.</p>	<p>Es posible obtener bioplásticos a partir del almidón de la cáscara de la papa y la cáscara de la papaya.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tiempo</li> <li>• Temperatura</li> </ul>	<p>Temperatura Tratamientos de composición Tiempo de secado</p>
<p>¿Los plásticos obtenidos tendrán las características adecuadas en base a la norma INEN 2635?</p>	<p>Validar los bioplásticos obtenidos mediante la caracterización en base a la norma INEN 2365 (Métodos para ensayos para las propiedades de Tracción Láminas Plásticas Delgadas)</p>	<p>Los bioplásticos obtenidos presentan características de calidad comprobadas según la normativa INEN 2635 (Métodos para ensayos para las propiedades de Tracción Láminas Plásticas Delgadas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Humedad</li> <li>• Solubilidad</li> <li>• Permeabilidad al vapor</li> <li>• Propiedades de Tracción</li> </ul>	<p>NTE INEN 2635</p>

Realizado por: Torres, Evelin, 2021

## **2.7. Tipo y Diseño de la Investigación**

### **2.7.1. Tipo de Investigación**

La presente investigación es de tipo experimental, análisis factorial  $2^k$ , con la finalidad de extraer el almidón de la cáscara de papa y establecer la composición apropiada para la elaboración de bioplásticos, conjuntamente se realizó su caracterización.

Es de tipo cualitativo y cuantitativo debido a que se realizaron pruebas para la obtención de bioplásticos y análisis de laboratorio, los mismos que nos proporcionaron resultados que nos permitieron determinar las variables adecuadas en el proceso.

### **2.7.2. Diseño de la Investigación**

En la investigación se utilizó el diseño factorial  $2^k$  para la extracción del almidón, para el cual se llevó a cabo 6 tratamientos, mismo que se efectuaron a distintos tiempos de trituración ( 30, 60 y 90 segundos) y velocidades ( 6800 RPM y 20000 RPM). Para la elaboración de bioplásticos se realizó 4 tratamientos con diferentes concentraciones de glicerina, almidón y aditivo, se mantuvo la concentración de agua y ácido acético.

Este diseño experimental permitió determinar el tratamiento más óptimo para la extracción de almidón y la formulación de bioplástico.

## **2.8. Unidad de Análisis**

El objetivo de la investigación es la obtención de almidón a partir de la cáscara de la papa (*Solanum Tuberosum*) y la cáscara de la papaya (*Carica Papaya L.*) para posteriormente elaborar bioplásticos.

## **2.9. Población de Estudio**

Los correspondientes estudios a realizar como es la población de estudio se obtuvo la materia prima (papa y papaya) en el Centro Comercial Popular “LA CONDAMINE” ubicado en la ciudad de Riobamba, conforme la obtención de almidón de cáscara de papa y cáscara de papaya se adquirió la cantidad de materia prima.

## **2.10. Tamaño de Muestra**

El tamaño de muestra de la investigación fue de 100 kilogramos de cáscara de papa y 1,223 kilogramos de cáscara de papaya, el tubérculo y la fruta fueron obtenidos en el Centro Comercial Popular “LA CONDAMINE” en la ciudad de Riobamba.

La selección de la muestra de papa (*Solanum Tuberosum*) y papaya (*Carica Papaya L.*) se realizó de manera manual tomando en cuenta las mejores características de la materia prima, es decir que se usó lo que estuvieron sanos, sin golpes, manchas de tamaño mediano o grande.

## 2.11. Técnicas de Recolección de Datos

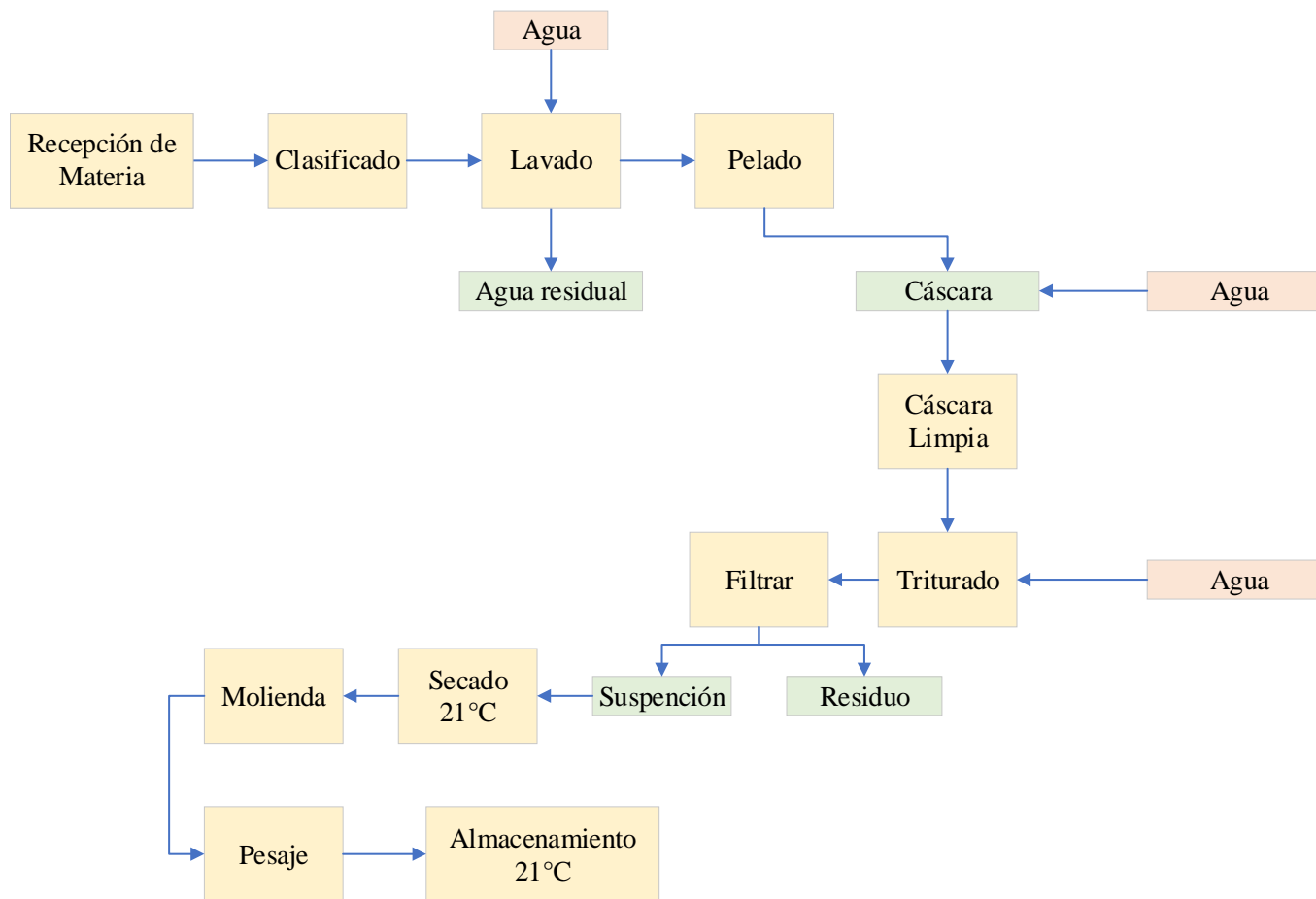
### 2.11.1. Extracción de almidón

#### 2.11.1.1. Técnicas de extracción de almidón de cáscara de papa (*Solanum Tuberosum*)

**Tabla 9-2:** Técnica de extracción de almidón de cáscara de papa

N°	Método	Materiales y Equipos	Reactivos	Procedimientos	Método de Ensayo
1	Base Húmeda	Cuchillo Balanza Licuadora Cronómetro Tela filtrante Recipientes plásticos Papel aluminio Secador de bandejas Fundas ziploc Mortero y pistilo	Agua Papa Agua destilada	Recepción de la materia prima. Clasificar, lavar y pelar las papas. Eliminar todos los residuos de tierra existentes en la cáscara con abundante agua Colocar 500 g de cáscara de papa y 300 mL de agua destilada y procedemos a licuar. Separar los residuos de materia prima por medio de la filtración para obtener una suspensión. Reposar por 8 horas para obtener el sedimento. Eliminar el exceso de agua Secar a una temperatura de 21° C el sedimento, distribuido de manera homogénea. Una vez seca las muestras se procede a moler con un pistilo y mortero hasta que se obtiene una granulometría adecuada. Se conserva en recipientes herméticos a temperatura ambiente.	Charro (2015)

Realizado por: Torres, Evelin, 2021



**Figura 1-2:** Diagrama de flujo de extracción de almidón de cáscara de papa

Realizado por: Torres, Evelin, 2021

2.11.1.2. *Análisis de caracterización de almidón de papa y cáscara de papaya*

**Tabla: 10-2:** Análisis de caracterización de almidón y cáscara de papaya

N°	Análisis	Materiales y Equipos	Reactivos	Procedimiento	Fórmula de cálculo	Ensayo
1	Ceniza	Crisoles Mufla Desecador Balanza analítica	Almidón de cáscara de papa Cáscara de papaya	Pesaje de crisol tarado previamente con 5 g de muestra. Colocar el crisol con la muestra en la estufa a 550 °C por tres horas y media, en un desecador colocar los crisoles con las muestras hasta que se enfríen. Pesar el crisol con las cenizas y proceder a calcular la ceniza presente expresado en porcentaje su resultado	$\% \text{ Ceniza} = \frac{P_c}{P_i} \times 100$ <b>Ecuación 1-2:</b> Porcentaje de Ceniza  <b>Donde</b> <b>P<sub>c</sub></b> = Peso de cenizas <b>P<sub>i</sub></b> = Peso inicial	AOAC 942.05
2	Solubilidad	Reverbero Varilla de agitación Vaso de precipitación Balanza analítica	Almidón de cáscara de papa Cáscara de papaya Agua destilada	Se deposita 2 g de la muestra en un vaso de precipitación de 25 cm <sup>3</sup> y se procede agitar. Se coloca la suspensión en un vaso de precipitación de 200 cm <sup>3</sup> conteniendo 100 cm <sup>3</sup> de agua hirviendo, por 2 minutos dejar en ebullición.	Medición Cualitativa	NTE INEN 1456
3	pH	pH-metro normalizado a 25 °C Vaso de precipitación Agitador	Solución de análisis de solubilidad	Introducir los electrodos en la solución tampón pH 7, 0 y colocar el control a 25 °C. Se lava los electrodos con agua destilada y con papel absorbente suave secar. Sumergir el electrodo en la solución obtenida de la solubilidad a 25 °C.	Medición Directa	NTE INEN 1456

Continua

<p>4</p>	<p>Humedad</p>	<p>Balanza analítica Crisol Estufa</p>	<p>Almidón de cáscara de papa de Cáscara de papaya</p>	<p>Pesar los crisoles previamente tardados, pesar 5 g de muestra en los crisoles y colocar en la estufa a 105 °C por 24 horas, se realiza el pesaje final y se calcula la humedad en porcentaje.</p>	$\% H = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$ <p><b>Ecuación 2-2:</b> Porcentaje de humedad</p> <p><b>Donde:</b></p> <p><b>%H=</b> Porcentaje de humedad <b>Pf</b> = Peso de cenizas <b>Pi</b> = Peso inicial</p>	<p>Método Gravimétrico</p>
<p>5</p>	<p>Temperatura de Gelatinización</p>	<p>Balanza analítica Vasos de precipitación Termómetro Pinzas Reverbero Probetas</p>	<p>Almidón de cascara de papa de Cáscara de papaya Agua destilada</p>	<p>En un vaso de precipitación de 250 cm<sup>3</sup> calentar agua a 85 °C.</p> <p>Pesar 10 g de almidón y disolver con agua destilada hasta obtener 100 mL, de la suspensión tomar 50 cm<sup>3</sup> y colocar en un vaso de precipitación de 100 cm<sup>3</sup> dicho vaso introducirlo en el vaso con agua previamente calentado a 85 °C. Con el termómetro de agita de manera constante la suspensión hasta conseguir una pasta y no varié la temperatura en unos segundos y se precede a leer la temperatura de gelatinización</p>	<p>Medición directa</p>	<p>Hernández, et al.</p>

Continua

6	Densidad Aparente	Balanza analítica Probeta de 250 ml Espátula	Almidón de cáscara de papa	<p>Se procede a realizar el pesaje de la probeta vacía, se adiciona con la espátula cuidadosamente el almidón en la probeta hasta alcanzar los 250 cm<sup>3</sup> y se procede a pesar. Se realiza los cálculos para obtener la densidad aparente.</p> <p>Para la densidad compactada se somete a vibración la probeta con la muestra por cinco minutos hasta que el espacio que ocupa el almidón sea mínimo, se procede a medir el volumen ocupado y se realizan los cálculos para obtener la densidad compacta.</p>	$\partial s = \frac{(Pb + PA) - Pb}{250 \text{ ml}}$ <p><b>Ecuación 3-2:</b> Densidad Suelta</p> <p><b>Donde:</b>  <b><math>\partial s</math></b> = Densidad suelta  <b>Pb</b> = Peso de la probeta vacía  <b>PA</b> = Peso del almidón</p> $\partial s = \frac{(Pb + PA) - Pb}{VAC}$ <p><b>Ecuación: 4-2:</b> Densidad Compactada</p> <p><b>Donde:</b>  <b><math>\partial s</math></b> = Densidad suelta  <b>Pb</b> = Peso de la probeta vacía  <b>PA</b> = Peso del almidón  <b>VAC</b> = Volumen de almidón compactado</p>	FAO
7	Viscosidad Brookfield	Balanza analítica Viscosímetro Brookfield Aguja Brookfield Vasos de precipitación Varilla de agitación Termómetro	Almidón de cáscara de papa Cascara de papaya	<p>Pesar 25 g de la muestra con agua destilada hasta alcanzar un volumen de 500 mL. La suspensión se coloca en un vaso de precipitación de 1000 cm<sup>3</sup> se calienta hasta alcanzar a ebullición con agitación constate. Se enfría hasta 25°C y se procede a medir la viscosidad de la muestra con velocidad de 10 RPM</p>	Medición Directa	FAO

Continua



Continua

8	Sensibilidad	Balanza analítica Vasos de precipitación Reverbero Probeta 50 cm <sup>3</sup> Pipeta	Yoduro de potasio Solución de yodo 0,1 N Solución de tiosulfato de sodio 0,1 N	<p>Pesar 1g de muestra en un vaso de precipitación de 25 cm<sup>3</sup> y añadir 5 cm<sup>3</sup> de agua fría y se agita. Toda la suspensión se transfiere a un vaso de precipitación que contenga 200 cm<sup>3</sup> de agua hirviendo.</p> <p>Se deja enfriar y se añade 5 cm<sup>3</sup> de la solución a 100 cm<sup>3</sup> de agua que tenga 50 mg de potasio. Finalmente se añade 0,05 cm<sup>3</sup> de la solución de yodo 0,1 N</p>	Método Directo	NTE INEN 1456
9	Azúcares Reductores	Balanza analítica Vaso de precipitación Probeta Reverbero	Reactivo Fehling Almidón de cascara de papa Cáscara de papaya	Colocar en un vaso de precipitación 5 g de la muestra y añadir 50 cm <sup>3</sup> del reactivo de Fehling y se procede a calentar por 4 minutos hasta que alcance su ebullición. Hervir durante dos minutos y se procede a filtrar	Método Directo	NTE INEN 1456

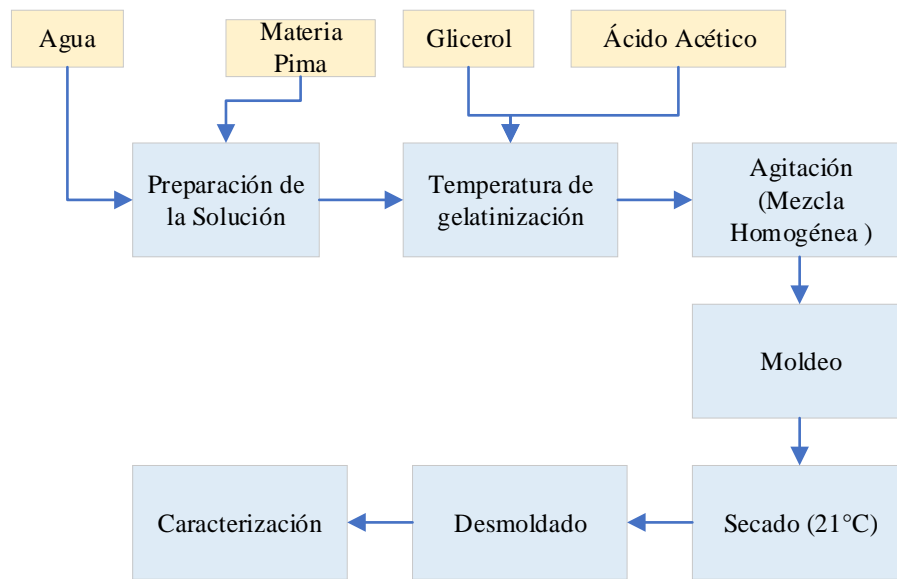
Realizado por: Torres, Evelin, 2021

### 2.11.2. Técnica de obtención de bioplásticos

**Tabla 11-2:** Proceso para la elaboración de bioplásticos

Proceso	Materiales	Reactivos	Procedimiento	Ensayo
Elaboración de bioplásticos	Reverbero Malla Vasos de precipitación 250 cm <sup>3</sup> Varilla de agitación Probetas Balanza analítica Papel aluminio Espátula Placa de vidrio 40cm x 35 cm Termómetro	Almidón de cáscara de papa Solución de cáscara de papaya Agua destilada Glicerol Ácido acético	Se prepara la solución de agua con la muestra se coloca en el reverbero con la malla. La solución es agitada de manera permanente hasta llegar a la temperatura de gelatinización.  Se añade el glicerol y el ácido acético y se sigue agitando hasta llegar a obtener una mezcla homogénea.  Se vierte en la placa de vidrio de manera uniforme y se deja secar al ambiente es decir 21 °C por 48 horas.	Charro (2015)

**Realizado por:** Torres, Evelin, 2021



**Figura 2-2:** Diagrama de flujo del proceso de elaboración de bioplásticos  
 Realizado por: Torres, Evelin, 2021

### 2.11.3. Caracterización de bioplásticos

**Tabla 12-2:** Análisis de caracterización de bioplásticos

N°	Análisis	Materiales y Equipos	Reactivos	Procedimiento	Fórmula de cálculo	Ensayo
1	Humedad	Crisol Bioplásticos Balanza Analítica Pinza		Realizar pesaje inicial de las muestras, en la estufa a 105 °C colocar los crisoles con las muestras por 24 horas. Enfriar los crisoles con las muestras en un desecador por 20 minutos. Finalmente proceder a pesar para obtener el peso final. Realizar los cálculos respectivos para obtener el porcentaje de humedad.	$\% H = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$ <p><b>Ecuación 5-2:</b> Porcentaje de humedad</p> <p><b>Donde:</b>  <b>%H</b>=Porcentaje de humedad  <b>Pf</b> = Peso de cenizas  <b>Pi</b> = Peso inicial</p>	Método gravimétrico
2	Solubilidad	Papel filtro Balanza analítica Probetas Bioplásticos	Agua destilada	Colocar 80 cm <sup>3</sup> de agua destilada en vasos de precipitación de 100 cm <sup>3</sup> agitar a 100 RPM durante una hora. Se procede a filtrar y se coloca en la estufa a una temperatura de 40°C hasta eliminar los residuos de agua. Y luego colocar en la estufa a una temperatura de 105 °C hasta que el peso sea invariable.	$\% S = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$ <p><b>Ecuación 6-2:</b> Porcentaje de solubilidad</p> <p><b>Donde:</b>  <b>%S</b>=Porcentaje de solubilidad  <b>Pf</b> = Peso final  <b>Pi</b> = Peso inicial</p>	LABORATORIO TECNOLÓGICO DE URUGUAY No 4-2009-INN TEC-33
3	Espesor	Bioplásticos Pie de rey		Medir los espesores de cada una de las muestras, anotar los resultados y realizar el promedio de las mediciones obtenidas.	Medición Directa	LABORATORIO TECNOLÓGICO DE URUGUAY No 4-2009-INN TEC-33

Continua

<p>4</p>	<p>Biodegradabilidad</p>	<p>Recipientes Bioplásticos Balanza Analítica</p>	<p>Compost</p>	<p>A una profundidad de 12 cm colocar láminas de 2,5 cm x 2,5 cm de bioplástico y cubrir con compost. Verificar su presencia cada 7 días</p>	$\% \text{ Peso} = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$ <p><b>Ecuación 7-2:</b> Porcentaje de humedad</p> <p><b>Donde:</b>  <b>%Peso</b>=Porcentaje de pérdida de peso  <b>Pf</b> = Peso final  <b>Pi</b> = Peso inicial</p>	<p>NTE INEN 2643</p>
<p>5</p>	<p>Permeabilidad de Vapor de agua</p>	<p>Vaso de precipitación Balanza analítica Láminas de bioplásticos Tubos de ensayo</p>	<p>Agua destilada Sílica gel</p>	<p>Colocar sílica gel en los tubos de ensayo cubrirlos con las muestras de bioplástico y sellar bien, se realiza el pesaje de manera constante cada dos horas para establecer la tasa de vapor agua que circula por la muestra.</p>	$WVP = \frac{WVTR \times e}{S' \times (HR_2 - HR_1)}$ <p><b>Ecuación 8-2:</b> Permeabilidad de vapor de agua</p> <p><b>Donde:</b>  <b>WVP</b> = Permeabilidad de vapor de agua  <b>WVTR</b> = Tasa de transmisión de vapor de agua  <b>e</b> = Promedio de espesores  <b>S'</b>=Presión de vapor a temperatura de ensayo  <b>HR2</b> = Humedad relativa de la cámara con solución de cloruro de sodio saturada (%)  <b>HR1</b> = Humedad relativa en el interior de la celda (%)</p>	<p>ASTM- E96/96M05</p>

<p>6</p>	<p>Propiedades mecánicas de los bioplásticos</p>	<p>Máquina universal de pruebas de tracción Calibrador Regla Bioplásticos</p>		<p>Medición transversal del área de la muestra, largo y ancho.</p> <p>Determinar la separación de las mordazas iniciales para lograr la velocidad de deformación.</p> <p>Calibrar y encerar el equipo. Poner la probeta en las mordazas del quipo. Adecuar las mordazas de tal manera que no exista desplazamiento. Iniciar el ensayo y anotar los datos resultantes</p>	<p>Resultados de laboratorio</p>	<p>NTE INEN 2635</p>
----------	--	---	--	--	----------------------------------	----------------------

Realizado por: Torres, Evelin, 2021

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Datos obtenidos de los ensayos de la papa y papaya

**Tabla 1-3:** Datos del análisis macro-morfológico de la papa y papaya

N°	PAPA			PAPAYA		
	Peso (g)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Peso (g)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)
1	202,097	9,59	6,56	499,595	15,36	8,25
2	207,999	11,35	6,29	538,041	15,25	8,93
3	365,111	12,72	8,07	485,327	14,17	8,49
<b>Promedio</b>	258,402	11,220	6,973	507,654	14,927	8,557

**Realizado por:** Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

Se procedió a realizar el lavado de la materia prima posteriormente se llevó a cabo el análisis macro-morfológico en el cual se realizó el pesaje de cada muestra y la caracterización de dimensiones, es decir, la longitud y el diámetro. Para después realizar el cálculo del promedio, llegando así tener como resultado que la papa posee 258,402 g de peso, 11,220 cm de longitud y 6,973 cm de diámetro mientras que la papaya tiene un peso de 507,654 g, una longitud de 14,927 cm y de diámetro 8,557 cm. Los resultados varían debido a que el tamaño de la materia prima es evidentemente diferente.

**Tabla 2-3:** Caracterización organoléptica de la materia prima

N°	Especificación	Papa	Papaya
1	Olor	Tierra Húmeda	Dulce
1	Sabor	Neutro	Dulce
2	Color Interno	Amarillento blanquecino	Anaranjado
3	Color Externo	Marrón rojizo	Suave – Lisa
4	Textura Interna	Rugosa – Áspera	Suave
5	Textura Externa	Pulposa	Dulce

**Realizado por:** Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

Para la caracterización organoléptica de la materia prima se deben elegir las muestras en excelente estado para tener no tener alteraciones en la determinación de olor, sabor, color y textura. En la tabla 2-3 se aprecia las especificaciones obtenidas, las cuales son distintas pues el análisis se realizó a un tubérculo y una fruta, por lo cual se obtienen resultados con una diferencia significativa.

**Tabla 3-3:** Caracterización organoléptica del almidón de cáscara de papa y la cáscara de papaya

N°	Especificación	Almidón de cáscara de papa	Cáscara de Papaya
1	Olor	Sin olor	Dulce
1	Sabor	Sin sabor	Dulce
2	Color	Beige	Anaranjado
3	Textura	Granular	Lisa

**Realizado por:** Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

Se realizó la caracterización organoléptica del almidón de la cáscara de papa y la cáscara de papaya en la cual se determinó el olor, sabor, color y textura, obteniendo distintas especificaciones respectivamente.

### 3.1.1. Variables empleadas para calcular el rendimiento del almidón de cáscara de papa

**Tabla 4-3:** Variables empleadas para la obtención de almidón

N°	Variables	
	RMP (revoluciones por minuto)	tiempo (s)
1	6800	30
2	20000	60
3		90

**Realizado por:** Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

Para la extracción del almidón se empleó las variables de revoluciones por minuto y tiempo, modificándolas en diferentes tiempos y RPM se obtuvieron 6 tratamientos para la extracción del almidón, de los cuales posteriormente se analizó el más óptimo.



**Tabla 5-3:** Resultados del análisis de obtención de rendimiento del almidón

N°	Tratamiento	Variable	Repetición	Volumen de agua (mL)	Peso (g)				Rendimiento (%)		Tiempo de Secado (h)
					Cáscara	Almidón	Total de Almidón	Promedio de Almidón	R	Promedio	
1	T1	RPM 1: t1	1	300	500	2,13	7,41	1,8525	0,426	0,371	48
2			1,98			0,396					
3			2,06			0,412					
4			1,24			0,248					
5	T2	RPM 1: t2	1			6,02	22,72	5,68	1,204	1,136	
6			5,19			1,038					
7			6,13			1,226					
8			5,38			1,076					
9	T3	RPM 1: t3	1			12,34	46,11	11,5275	2,468	2,306	
10			11,49			2,298					
11			10,87			2,174					
12			11,41			2,282					
13	T4	RPM 2: t1	1			15,78	63,81	15,9525	3,156	3,1905	
14			16,24			3,248					
15			15,83			3,166					
16			15,96			3,192					
17	T5	RPM 2: t2	1			19,19	76,01	19,0025	3,838	3,8005	
18			18,86			3,772					
19			17,99			3,598					
20			19,97			3,994					
21	T6	RPM 2: t3	1			27,5	108,43	27,1075	5,5	5,4215	
22			26,1			5,22					
23			26,85			5,37					
24			27,98			5,596					

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

Para la obtención de la cáscara de papa se escoge los tubérculos de tamaño similar y en buen estado. Las variables que se utilizaron para la obtención del almidón fueron las revoluciones por minutos de la licuadora en diferentes segundos obteniendo seis tratamientos, de los cuales se procedió a realizar cuatro repeticiones respectivamente para obtener una mayor precisión al momento de obtener los resultados de rendimiento posteriormente se determinó que el tratamiento con mayor rendimiento fue el tratamiento seis, el mismo que se realizó a 20000 revoluciones por minutos de la licuadora por 90 segundos, la media obtenida fue de 5,4215%.

**Tabla 6-3:** Resultados de rendimiento de cáscara de papaya

N°	Peso (g)		Rendimiento de cáscara (%)
	Fruta	Cáscara	
1	499,595	91,87	18,389
2	538,041	109,879	20,422
3	485,327	87,692	18,069
4	507,654	98,171	19,338
5	469,868	82,283	17,512
6	502,375	93,983	18,708
7	514,895	95,274	18,504
8	497,976	89,134	17,899
9	519,764	101,973	19,619
10	502,967	93,998	18,689
11	505,984	97,183	19,207
12	498,987	92,983	18,634
<b>Promedio</b>	503,6194	94,53525	18,749

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

Se procedió a seleccionar la fruta de tamaño similar luego realizó el lavado y desinfección de la fruta se pesó y se extrajo la cáscara de la papaya finalmente se realizó los cálculos, se obtuvo como resultado 18,749% de rendimiento de cáscara de papaya el mismo que es dependiente del tamaño de la fruta.

**Tabla 7-3:** Análisis de varianza del rendimiento del almidón de la cáscara de papa

<b>ANÁLISIS DE VARIANZA</b>						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
<b>Muestra</b>	52,20615038	1	52,20615038	745,4881261	4,21857E-16	4,413873419
<b>Columnas</b>	15,79822725	2	7,899113625	112,7969669	6,56832E-11	3,554557146
<b>Interacción</b>	0,54085525	2	0,270427625	3,861625153	0,040227214	3,554557146
<b>Dentro del grupo</b>	1,26053075	18	0,070029486			
<b>Total</b>	69,80576363	23				

Realizado por: Torres, Evelin, 2021

En el análisis de varianza se determinó que existe una variación significativa entre los tratamientos de obtención de almidón.

**Tabla 8-3:** Resultados de la diferencia honestamente significativa del almidón de la cáscara papa

<b>HSD (Diferencia honestamente significativa)</b>	0,594096255
<b>Multiplicador</b>	4,49
<b>Mse (Cuadrado del error medio)</b>	0,070029486
<b>n (Tamaño de grupo o muestra )</b>	4

Realizado por: Torres, Evelin, 2021

**Tabla 9-3:** Análisis Tukey del rendimiento del almidón de cáscara de papa

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<b>T1</b>		-0,766	-1,686	-2,820	-3,430	-5,051
<b>T2</b>			-0,921	-2,055	-2,665	-4,286
<b>T3</b>				-1,134	-1,744	-3,365
<b>T4</b>					-0,610	-2,231
<b>T5</b>						-1,621
<b>T6</b>						

Realizado por: Torres, Evelin, 2021

En la tabla 9-3 indica que existe diferencia significativa entre todos los tratamientos puesto que se obtienen valores superiores a la diferencia honestamente significativa.

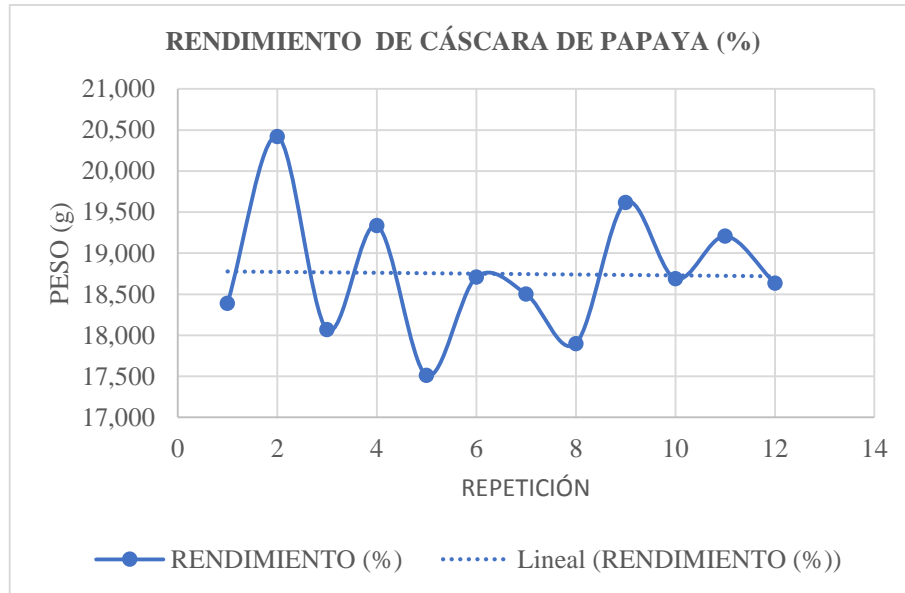
**Tabla 10-3:** Análisis estadístico descriptivo del rendimiento de la cáscara de papaya

***ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO***

Media	18,749
Error típico	0,231
Mediana	18,662
Moda	-
Desviación estándar	0,800
Varianza de la muestra	0,640
Curtosis	0,461
Coficiente de asimetría	0,588
Rango	2,910
Mínimo	17,512
Máximo	20,422
Suma	224,989
Cuenta	12,000
Nivel de confianza(95,0%)	0,50

Realizado por: Torres, Evelin, 2021

En la tabla 10-3 se observa los resultados obtenidos del análisis estadístico descriptivo con el cual se estableció que se cumple con el nivel de confianza lo que significó que los rendimientos tienen un comportamiento estable.



**Gráfico 1-3:** Diagrama de dispersión del rendimiento de la cáscara de la papaya  
**Realizado por:** Torres, Evelin, 2021

De acuerdo con la gráfica 1-3 se determinó que los rendimientos no fueron tan dispersos debido a que la mayoría de resultados se aproximan a la media.

### 3.1.2. Análisis físico-químicos del almidón de la cáscara de papa y la cáscara de papaya

#### 3.1.2.1. Determinación de materia seca y humedad

**Tabla 11-3:** Resultados del análisis de materia seca y humedad

Almidón de cáscara papa					Cáscara de papaya				
N°	% Humedad	Promedio de % humedad	% Materia Seca	Promedio de % materia seca	N°	% Humedad	Promedio de % humedad	% Materia Seca	Promedio de % materia seca
1	15,196	15,271	84,804	84,729	1	88,615	88,494	11,385	11,506
2	15,330		84,670		2	88,184		11,816	
3	15,288		84,712		3	88,684		11,316	

**Realizado por:** Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

Una vez que se obtuvo el almidón de la cáscara de la papa y la cáscara de papaya se determinó el porcentaje de humedad y porcentaje materia seca, de los cuales se realizó tres repeticiones para posteriormente calcular el promedio, obteniendo así un resultado de 15,271% de humedad y 84,729% de materia seca del almidón, mientras que la cáscara de papaya tuvo 88,494% de humedad y 11,506% de materia seca. Comparando con los resultados obtenidos con los realizados por Charro (2015) y FAO (2007), nuestros resultados de humedad son superiores, esto se debe a que la extracción del almidón se realizó a 21°C lo cual generó un porcentaje superior de humedad. La cáscara de la papaya tiene mayor porcentaje de humedad y materia seca comparada a la del almidón debido a que posee mayor cantidad de agua.

### 3.1.2.2. Determinación de contenido de ceniza

**Tabla 12-3:** Resultados del análisis de contenido de ceniza

Almidón de cáscara papa			Cáscara de papaya		
N°	% Ceniza	Promedio de % ceniza	N°	% Ceniza	Promedio de % ceniza
1	0,189	0,172	1	0,367	0,351
2	0,140		2	0,320	
3	0,186		3	0,366	

**Realizado por:** Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

Para la realización del análisis de contenido de ceniza se llevó a cabo colocando 5 g de la muestra en un crisol luego se introdujo a la mufla a 550°C posteriormente se pesó el crisol con la ceniza y finalmente se realizó el cálculo de contenido de ceniza, llegando a obtener un promedio de 0,172% de ceniza del almidón de cáscara de papa y de la cáscara de la papaya 0,351%. Según FAO (2007) el valor estándar del contenido de ceniza debe ser 0,12% relacionando con los resultados obtenidos, determinamos que no se encuentran en los parámetros referenciados.

### 3.1.2.3. Determinación de pH

**Tabla 13-3:** Resultados del análisis de pH

Almidón de cáscara papa			Cáscara de papaya		
N°	pH	Promedio de pH	N°	pH	Promedio de pH
1	6,435	6,779	1	5,923	5,910
2	6,977		2	6,076	
3	6,924		3	5,731	

**Realizado por:** Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

En la tabla 13-3 se muestran los resultados obtenidos del análisis de pH, se realizó tres repeticiones de cada muestra para luego realizar el cálculo del promedio y obtener resultados más exactos. Se obtuvo un pH promedio de 6,779 del almidón de la cáscara de la papa y 5,910 de la

cáscara de la papaya, comparando los valores de referencia establecidos en la norma NTE INEN 1456 (Reactivos para análisis. Almidón soluble. Métodos de ensayo) se determinó que los resultados están dentro de los parámetros.

#### 3.1.2.4. Determinación de densidad aparente

**Tabla 14-3:** Resultados del análisis de densidad aparente

Almidón de cáscara papa					Cáscara de papaya						
N°	Densidad aparente del almidón suelto (g/mL)	Promedio Densidad aparente suelta (g/mL)	N°	Densidad aparente del almidón empacado (g/mL)	Promedio Densidad aparente del almidón empacado (g/mL)	N°	Densidad aparente del almidón suelto (g/mL)	Promedio Densidad aparente suelta (g/mL)	N°	Densidad aparente del almidón empacado (g/mL)	Promedio Densidad aparente del almidón empacado (g/mL)
1	0,673	0,663	1	0,844	0,826	1	-	-	-	-	-
2	0,660		2	0,818		2	-		-	-	
3	0,657		3	0,817		3	-		-	-	

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

En el análisis de la densidad aparente del almidón se determinó la densidad aparente del almidón suelto y la densidad aparente del almidón empacado, para lo cual en una probeta previamente pesada se colocó almidón hasta alcanzar 250 cm<sup>3</sup>, luego se pesó. Mientras que para densidad aparente del almidón compactada se provocó vibraciones durante cinco minutos seguidamente se midió el volumen de almidón. Finalmente se realizó los cálculos obteniendo un promedio de densidad suelta de 0,663 g/mL y de densidad empacada 5,910 g/mL. Se comparó los resultados con los parámetros establecidos por FAO (2007) y se estableció que no se entran dentro de los parámetros establecidos. Este análisis se realizó únicamente al almidón y no a la cáscara de la papaya debido a que la cáscara de papaya no posee las mismas características.

#### 3.1.2.5. Determinación de solubilidad

**Tabla 15-3:** Resultados del análisis de solubilidad

Almidón de cáscara papa		Cáscara de papaya	
N°	Opalencia	N°	Opalencia
1	Positivo	1	Negativo

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

Para llevar a cabo la determinación de solubilidad se colocó en un vaso de precipitación 2 g de muestra luego se añadió 5 cm<sup>3</sup> de agua se agitó y finalmente se observó si existió opalencia. En

el análisis del almidón el resultado fue positivo ya que la solución presento una ligera opalencia mientras que la cáscara de papaya fue negativa. Según a la norma NTE INEN 1456 (Reactivos para análisis. Almidón soluble. Métodos de ensayo) se cumple con el requisito en el caso del almidón.

### 3.1.2.6. Determinación de índice de solubilidad en agua, poder de hinchamiento e índice de absorción de agua

**Tabla 16-3:** Resultados de índice de solubilidad en agua, poder de hinchamiento e índice de absorción de agua

Almidón de cáscara de papa					
Índice de solubilidad de agua (%)	Promedio de índice de solubilidad de agua (%)	Índice de absorción de agua (g gel/ g muestra)	Promedio índice de absorción de agua (g gel/ g muestra)	Poder de hinchamiento (%)	Promedio de poder de hinchamiento (%)
5,213	9,743	1,604	1,534	1,639	1,591
13,990		1,423		1,501	
10,027		1,576		1,634	
Cáscara de papaya					
Índice de solubilidad de agua (%)	Promedio de índice de solubilidad de agua (%)	Índice de absorción de agua (g gel/ g muestra)	Promedio índice de absorción de agua (g gel/ g muestra)	Poder de hinchamiento (%)	Promedio de poder de hinchamiento (%)
17,720	22,520	1,527	1,380	1,629	1,495
29,761		1,272		1,418	
20,080		1,340		1,439	

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

Para la realización de este análisis se hizo tres repeticiones, se colocó 1,25 g de muestra y 30 mL de agua destilada en tubos de centrifuga luego se calentó a baño maría por media hora y se agitó a los diez primeros minutos, posteriormente se centrifugó por treinta minutos a una velocidad de 4900 RPM seguidamente se decantó y midió el volumen, del cual se tomó en un vaso de precipitación 10 mL y se secó a 70 °C, después se procedió a pesar los tubos con el gel y los vasos de precipitación finalmente se realizó los cálculos adecuados obteniendo así del almidón de cáscara de papa de ISA 9,743% , 1,534 g gel/g muestra de IAA y 1,591% de PH mientras que la cáscara de papaya fue de 22,520% ISA, de IAA 1,380 g gel/g muestra y un PH de 1,495%. Los resultados obtenidos fueron comparados los parámetros establecido por FAO (2007) y se determinó

que se cumplen con ellos, excepto el índice de solubilidad de agua de la papaya puesto que superior a la establecida.

### 3.1.2.7. Determinación de amilosa y amilopectina

**Tabla 17-3:** Resultados del análisis de amilosa y amilopectina

Almidón de cáscara de papa			Cáscara de papaya		
N°	% Amilosa	% Amilopectina	N°	% Amilosa	% Amilopectina
1	27,29	72,21	1	-	-

Fuente: INIAP, 2021

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

Para la determinación de amilosa y amilopectina se envió la muestra a INIAP en la cual se obtuvo como resultados que el almidón de la cáscara de papa posee 27,79% de amilosa y 72,21% de amilopectina. Realizando una comparación con los resultados de Charro (2015) se determinó que nuestro almidón es más óptimo. Para la realización de este análisis a la cáscara de papaya se hizo una prueba de lugol la misma que resultó negativa la cual indicó que no existe presencia de almidón por lo que no posee amilosa y amilopectina.

### 3.1.2.8. Determinación de temperatura de gelatinización

**Tabla 18-3:** Resultados del análisis de temperatura de gelatinización

Almidón de cáscara de papa			Cáscara de papaya		
N°	Temperatura de gelatinización (°C)	Promedio de temperatura de gelatinización (°C)	N°	Temperatura de gelatinización (°C)	Promedio de temperatura de gelatinización (°C)
1	68	67,667	1	-	-
2	67		2	-	
3	68		3	-	

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

Se procedió a calentar previamente 250 mL de agua a una temperatura de 85°C, se colocó 10 g de la muestra en 100 mL y se tomó 50 mL de la suspensión y se introdujo en el vaso de precipitación ya calentado luego se agitó de manera constante hasta crear una pasta y la hasta que la temperatura permanezca inalterable. En el análisis de la cáscara de la papaya no se obtuvo temperatura de gelatinización, pero al realizar el bioplástico con almidón y la solución de cáscara de papaya se estableció que la temperatura de gelatinización del almidón se elevó a 70°C. Según Hernández, et al. (2008) la temperatura de gelatinización se encuentra entre 60-80°C y se comparó con los resultados, los mismo que se encuentran dentro de los parámetros.



### 3.1.2.9. Determinación de viscosidad

**Tabla 19-3:** Resultados del análisis de viscosidad

Almidón de cáscara de papa			Cáscara de papaya		
N°	Viscosidad ( cP)	Promedio de viscosidad (cP)	N°	Viscosidad ( cP)	Promedio de viscosidad (cP)
1	3813,4	3654,667	1	-	-
2	3630,3		2	-	
3	3520,3		3	-	

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

Para la determinación de viscosidad se procedió a disolver 25 g de muestra en agua estilada hasta alcanzar un volumen de 500 mL luego se introdujo la suspensión en un vaso de precipitación posteriormente se calentó hasta que llegar a la ebullición después se enfrió el gel finalmente se midió la viscosidad a 25°C y 10 RPM para lo cual se utilizó la aguja SPL4. Se tomó tres mediciones en distintos puntos y se realizó el cálculo del promedio obteniendo una viscosidad del almidón de cáscara de papa de 3654,667 cP. La viscosidad de la solución de cáscara de papaya no se determinó puesto que no hubo la aguja adecuadas para su medición. Se relacionó con los parámetros establecidos por FAO (2007) se determinó que los resultados son superiores.

### 3.1.2.10. Determinación de sensibilidad

**Tabla 20-3:** Resultados del análisis de sensibilidad

Almidón de cáscara de papa		Cáscara de papaya	
N°	Sensibilidad	N°	Sensibilidad
1	Positivo	1	Negativo

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

Se colocó en un vaso de precipitación 1 g de muestra y se agregó 5 cm<sup>3</sup> de agua. Previamente se calentó 200 cm<sup>3</sup> de agua a la cual se añadió totalmente la suspensión, un vaso de precipitación con 100 cm<sup>3</sup> de agua y 50 mg de Ioduro de potasio luego se agregó 5 cm<sup>3</sup> de la solución anterior y 0,05 cm<sup>3</sup> de Iodo 0,1 N finalmente se observó si hay presencia de coloración azul la cual desapareció al añadir 0,05 cm<sup>3</sup> de tiosulfato de sodio 0,1 N. Se obtuvo un resultado positivo en el almidón de cáscara de papa por lo contrario la cáscara de papaya fue negativo. Según la norma NTE INEN 1456 (Reactivos para análisis. Almidón soluble. Métodos de ensayo) el almidón cumple con el análisis.

3.1.2.11. *Determinación de azúcares reductores*

**Tabla 21-3:** Resultados del análisis de azúcares reductores

Almidón de cáscara de papa		Cáscara de papaya	
N°	Azúcares reductores	N°	Azúcares reductores
1	Negativo	1	Positivo

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

Se procedió a colocar 5 g de muestra en un vaso de precipitación al mismo que se añadió el reactivo Fehling y se calentó por cuatro minutos hasta que alcanzó la ebullición por dos minutos. Finalmente se observó si existía coloración rojiza. Según el procedimiento de la norma NTE INEN 1456 (Reactivos para análisis. Almidón soluble. Métodos de ensayo), el almidón de cáscara de papa fue negativo y positivo en la cáscara de papaya ya que existió la presencia de una coloración rojiza intensa. No obstante, también se comparó los parámetros determinados por FAO (2007) en el cual nos indicó que no debe existir azúcares reductores cumpliendo así con el análisis en el caso del almidón de cáscara de papa.

3.1.2.12. *Análisis microbiológicos*

**Tabla 22-3:** Resultados del análisis Microbiológicos del almidón de cáscara de papa

Almidón de cáscara de Papa				Cáscara de papaya			
No	Parámetro	Unidad	Resultado	No	Parámetro	Unidad	Resultado
1	<i>E.coli</i>	(UPC/g)	Ausencia	1	<i>E.coli</i>	(UPC/g)	Ausencia
2	Levaduras y mohos	(UPC/g)	Ausencia	2	Levaduras y mohos	(UPC/g)	60
3	Coliformes totales	(UPC/g)	300		Coliformes totales	(UPC/g)	Ausencia

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Bromatología, 2021

En la tabla 22-3 se evidencia los resultados obtenidos en los análisis microbiológicos. Según FAO (2007) establece que la presencia de *E.coli*, y Levaduras y Mohos son los siguientes: < 10 UFC/g y 1000-5000UFC/g respectivamente, se realizó una comparación con los valores obtenidos y se estableció que se encuentran dentro los rangos establecidos.

**Tabla 23-3:** Resultados de los análisis físico-químicos

N°	Análisis	Unidades	Almidón de Papa	Cáscara de Papaya	Estándar	Método de Ensayo
1	Humedad	%	15,271	88,494	-	FAO
2	Ceniza	%	0,172	0,351	≤ 0,4	INEN NTE 1456
3	pH	Adimensional	6,779	5,910	5 ≤ ≥ 7	INEN NTE
4	Densidad Suelta	g/mL	0,663	-	1,560 g/ml	FAO
6	Amilosa	%	27,79	-	-	INIAP
7	Amilopectina	%	72,21	-	-	INIAP
8	Densidad Compacta	g/mL	0,826	-	1,560	FAO
9	Solubilidad	-	Positivo	Negativo	Opalencia Ligera	NTE INEN 1456
10	Índice de Solubilidad en agua	%	9,743	22,520	0,27 – 12,32	FAO
11	Índice de Absorción de Agua	g gel/ g muestra	1,534	1,380	0,82 – 15,52	FAO
12	Poder de Hinchamiento	%	1,591	1,495	0,79 -15,45	FAO
13	Temperatura de Gelatinización	°C	67, 667	-	.	Hernández, et al.
14	Viscosidad	cP	3654,667	-	-	FAO
15	Prueba de sensibilidad	-	Positivo	Negativo	Positivo-Negativo	INEN NTE 1456
16	Azúcares Reductores	-	Negativo	Positivo	Positivo-Negativo	INEN NTE 1456
17	<i>E.coli</i>	(UPC/g)	Ausencia	Ausencia	< 10	FAO
18	Levaduras y mohos	(UPC/g)	Ausencia	60	1000-5000	FAO
19	Coliformes totales	(UPC/g)	300	Ausencia	-	FAO

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

Para la realización de los análisis físico-químicos del almidón y de la cáscara de la papaya se analizaron de igual manera. En la tabla 23-3 observamos los resultados de los diversos análisis. La cáscara de la papaya posee mayor humedad debido a que la papaya es una fruta carnosa y jugosa por lo cual el porcentaje de humedad que posee es de 88,494% mientras que el porcentaje de humedad que posee el almidón de la cáscara de la papa es de 15,271% de acuerdo con FAO (2007), es un poco superior debido a que el secado del almidón se realizó a temperatura ambiente.

El porcentaje de ceniza obtenido de la cáscara de papaya es de 0,351% mientras que del almidón es de 0,172%, los mismo que se encuentran dentro de los parámetros requeridos sugeridos de la NTE INEN 1456 (Reactivos para análisis. Almidón soluble. Métodos de ensayo). El pH obtenido tanto de la cáscara de papaya como el almidón son ligeramente ácidos, pero se encuentra dentro

del rango establecido por la normativa NTE INEN 1456 (Reactivos para análisis. Almidón soluble. Métodos de ensayo). De acuerdo a los resultados obtenidos de la densidad suelta y densidad compactada, ambas son menores que los parámetros establecidos por FAO (2007), en el cual nos indica que las densidades deben ser aproximadas a 1,560 g/mL, los resultados de nuestro análisis nos indica que la densidad suelta es de 0,663 g/mL y la densidad compactada es de 0,826 g/mL, esto se debe a que en la realización de este análisis se utilizaron probetas de 100 mL lo cual nos generó una varianza notaria con el parámetro establecido.

El porcentaje de amilosa presente en el almidón fue de 27,79% y 72,21% de amilopectina comparando los resultados obtenidos con los de Charro (2015) se estableció que el almidón extraído es más óptimo en este análisis.

El resultado del análisis de solubilidad del almidón se observó una ligera opalescencia lo que nos indica que cumple con el requisito según la normativa NTE INEN 1456 (Reactivos para análisis. Almidón soluble. Métodos de ensayo).

El resultado del análisis del índice de solubilidad en agua del almidón es de 9,743 % y el de la cáscara de la papaya es de 22,520%, el índice de solubilidad del almidón de la cáscara de papa se encuentra dentro de los rangos determinados por FAO. El índice de absorción de agua obtenida del almidón es de 1,543 g gel/ g y de la cáscara papaya fue de 1,380 g gel/ g, los cuales se encuentran de los rangos de FAO (2007) y finalmente el poder de hinchamiento del almidón es de 1,591 y el de la cáscara de la papaya es de 1,495 los cuales se encuentran dentro de los valores referenciados por FAO (2007).

La temperatura de gelatinización fue de 67,667°C la cual se encuentra dentro de los rangos establecidos según investigaciones realizadas, la viscosidad obtenida del almidón fue de 3654,667 cP, la misma que es superior al rango establecido por Hernández, et al. (2008). El análisis de sensibilidad de acuerdo a la normativa NTE INEN 1456 (Reactivos para análisis. Almidón soluble. Métodos de ensayo) se cumple de manera satisfactoria debido a que se produjo una coloración azul.

Los resultados del análisis de azúcares reductores se realizaron de forma cualitativa, en la cual el resultado del análisis del almidón fue negativo debido a que no se presencié una coloración rojiza, mientras que en el análisis de la cáscara de la papaya dio positivo ya que se obtuvo un color rojo intenso. Los resultados de los análisis microbiológicos se encuentran dentro de las referencias determinado por FAO (2007).

### 3.2. Resultados de la obtención de bioplástico

**Tabla 24-3:** Nomenclatura y concentraciones para la elaboración de bioplásticos

Bioplástico a partir de Almidón de Cáscara de Papa						
N°	Nomenclatura	Almidón (g)	Glicerina (mL)	Agua destilada (mL)	Ácido acético (mL)	
1	TPP1	10	10	150	25	
2	TPP2		15			
3	TPP3	15	10			
4	TPP4		15			
Bioplástico a partir de Almidón de Cáscara de Papa y Cáscara de Papaya						
N°	Nomenclatura	Cáscara (g)	Glicerina (mL)	Almidón (g)	Agua destilada (mL)	Ácido acético (mL)
1	TPH1	1,25	10	15	150	25
2	TPH2		15	15		
3	TPH3	2,5	10	15		
4	TPH4		15	15		

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

Para la elaboración de bioplásticos se realizó distintas formulaciones en las cuales se varió las cantidades de almidón, glicerina y aditivo, mientras que, las cantidades de agua destilada y ácido acético fueron constantes. Para el de almidón de cáscara de papa y cáscara de papaya se trituro la cáscara con 150 mL de agua luego se filtró al vacío con la solución obtenida se elaboró el bioplástico.

#### 3.2.1. Ensayos preliminares para la elaboración de bioplásticos

En siguientes tablas se establecen las distintas formulaciones empleadas para la obtención de bioplástico haciendo uso del método casting, los bioplásticos preliminares se realizaron en cajas petrol y para la elaboración del bioplástico en tamaño A4 se usó una placa de vidrio de 40 cm x 35 cm.

**Tabla 25-3:** Análisis preliminar para la obtención de bioplásticos a partir de almidón de cáscara de papa

N°	Tratamiento	Concentración		Repetición	Moldeo	Forma Película	Transparencia	Estabilidad
		Almidón	Glicerina					
1	TPP1	CA1	CG1	1	SI	SI	SI	SI
2				2	SI	SI	SI	SI
3				3	SI	SI	SI	SI
4				4	SI	SI	SI	SI
5	TPP2	CA1	CG2	1	SI	SI	SI	SI
6				2	SI	SI	SI	SI
7				3	SI	SI	SI	SI
8				4	SI	SI	SI	SI
9	TPP3	CA2	CG1	1	SI	SI	SI	SI
10				2	SI	SI	SI	SI
11				3	SI	SI	SI	SI
12				4	SI	SI	SI	SI
13	TPP4	CA2	CG2	1	SI	SI	SI	SI
14				2	SI	SI	SI	SI
15				3	SI	SI	SI	SI
16				4	SI	SI	SI	SI

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

Se realizó ensayos preliminares para la obtención de bioplásticos en los cuales se varió la cantidad de almidón y glicerina. Se obtuvo cuatro tratamientos de los mismo que se realizó cuatro repeticiones respectivamente en la tabla 25-3 se evidencia que todos los tratamientos cumplieron con las especificaciones de moldeo formación de película y estabilidad. La formulación más óptima fue la TPP2 puesto que tuvo mejores características.

**Tabla 26-3:** Análisis preliminar para la obtención de bioplásticos a partir de almidón de cáscara de papa

N°	Tratamiento	Concentración			Repetición	Moldeo	Forma Película	Transparencia	Estabilidad
		Cáscara	Glicerina	Almidón					
1	TPH1	CC1	CG1	CA	1	SI	SI	SI	SI
2					SI	SI	SI	SI	
3					SI	SI	SI	SI	
4					SI	SI	SI	SI	
5	TPH2	CC1	CG2		1	SI	SI	SI	SI
6					SI	SI	SI	SI	
7					SI	SI	SI	SI	
8					SI	SI	SI	SI	
9	TPH3	CC2	CG1		1	SI	SI	SI	SI
10					SI	SI	SI	SI	
11					SI	SI	SI	SI	
12					SI	SI	SI	SI	
13	TPH4	CC2	CG2		1	SI	SI	SI	SI
14					SI	SI	SI	SI	
15					SI	SI	SI	SI	
16					SI	SI	SI	SI	

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

Se realizó ensayos preliminares para la obtención de bioplásticos en los cuales se varió la cantidad de cáscara de papaya y glicerina, pero se mantuvo constante el porcentaje de almidón. Se obtuvo cuatro tratamientos de los mismo que se realizó cuatro repeticiones respectivamente en la tabla 26-3 se evidencia que todos los tratamientos cumplieron con las especificaciones de moldeo formación de película y estabilidad. Se comparó los bioplásticos obtenidos determinándose que el tratamiento dos del bioplástico de almidón de cáscara de papa tuvo mejores propiedades.

### 3.2.2. Cálculos realizados a las pruebas de bioplásticos de almidón de cáscara de papa y cáscara de papaya

#### 3.2.2.1. Cálculos del análisis de humedad

Para la realización del análisis de humedad de bioplásticos se tomaron muestras de los cuatro tratamientos, de los cuales se realizaron dos repeticiones respectivamente. Durante 24 horas se introdujeron en la estufa a 105 °C.

Según la ecuación 5-2 tenemos

$$\% H = \frac{0,2363 - 0,2114}{0,2363} \times 100$$

$$\% H = 10,537$$

#### 3.2.2.2. Cálculos del análisis de solubilidad

Para la realización de este análisis se procedió a depositar 80 cm<sup>3</sup> de agua destilada en vasos de precipitación de 100 cm<sup>3</sup> agitar a 100 RPM durante 1 hora. Se procede a filtrar y se coloca en la estufa a una temperatura de 40°C hasta eliminar los residuos de agua. Y luego colocar en la estufa a una temperatura de 105 °C hasta que el peso sea invariable.

Según la ecuación 6-2 tenemos:

$$\% S = \frac{0,235 - 0,124}{0,235} \times 100$$

$$\% S = 47,234$$

#### 3.2.2.3. Cálculos del análisis de transmisión de vapor

El análisis de permeabilidad de vapor se realizó dos repeticiones de las diferentes muestras. Colocar sílica gel en los tubos de ensayo, cubrirlos con las muestras de bioplástico y sellar bien, en un desecador se coloca un recipiente con agua saturada de cloruro de sodio se realiza el pesaje de manera constante cada dos horas para establecer la tasa de vapor agua que circula por la muestra.

$$WVTR = \frac{\frac{D(g)}{t(h)}}{\text{Área}(m^2)}$$

**Ecuación 9-3:** Tasa de transmisión de Vapor

$$WVTR = \frac{\frac{0,002g}{1 h}}{283,529 m^2}$$



$$WVTR = 5,643 \text{ E} - 06 \frac{g}{hm^2}$$

Según la ecuación 8-2 tenemos:

$$WVP = \frac{5,643\text{E} - 06 \left(\frac{g}{hm^2}\right) \times 0,1 \text{ (mm)}}{0,02488 \times (75 - 0)}$$

$$WVP = 3,024 \text{ E} - 07 \frac{gmm}{hm^2MPa}$$

### 3.2.2.4. Cálculos del análisis de biodegradabilidad

Para la realización de los análisis de biodegradabilidad se efectúa dos repeticiones, se colocó a una profundidad de 12 cm láminas de 2,5 cm x cm 2,5 de bioplástico y cubrir con compost. Colocar láminas de 2,5 cm x cm 2,5 de bioplástico y dejar en el ambiente. Verificar su presencia cada 7 días.

$$\% \text{ pérdida de peso} = \frac{Pi(g) - Pf(g)}{Pi(g)} \times 100$$

**Ecuación 10-3:** Porcentaje de pérdida de peso

$$\% \text{ pérdida de peso} = \frac{0,383 \text{ g} - 0,310 \text{ g}}{0,383 \text{ g}} \times 100$$

$$\% \text{ pérdida de peso} = 19,233$$

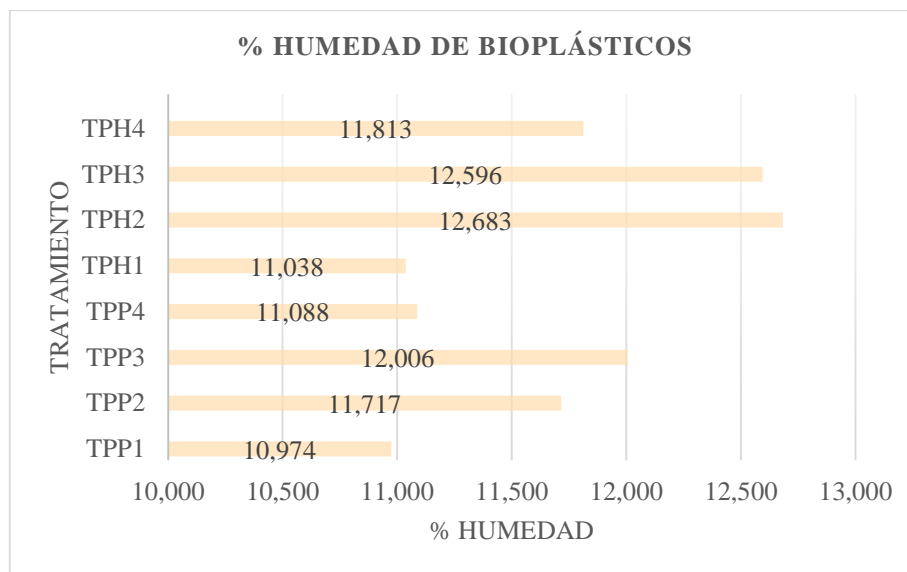
### 3.2.3. Resultados obtenidos de la caracterización mecánica y físico-química del bioplástico

#### 3.2.3.1 Análisis de humedad

**Tabla 27-3:** Resultados del análisis de humedad de bioplásticos

Bioplástico a partir de almidón de cáscara de papa					Bioplástico a partir de almidón de cáscara de papa y cáscara de papaya				
N°	Tratamiento	Repetición	% Humedad	Promedio de % humedad	N°	Tratamiento	Repetición	% Humedad	Promedio de % humedad
1	TPP1	1	10,537	10,974	1	TPH1	1	11,72	11,038
2		2	11,411		2		2	10,355	
3	TPP2	1	11,738	11,717	3	TPH2	1	13,834	12,683
4		2	11,695		4		2	11,532	
5	TPP3	1	12,744	12,006	5	TPH3	1	12,151	12,596
6		2	11,268		6		2	13,040	
7	TPP4	1	11,311	11,088	7	TPH4	1	11,464	11,813
8		2	10,864		8		2	12,162	

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021



**Gráfico 2-3:** Porcentaje de humedad de bioplásticos

Realizado por: Torres, Evelin, 2021

Para la realización del análisis de humedad de los bioplásticos se pesaron las muestras posteriormente se colocaron en crisoles tarados y pesados con la estufa a 105°C por 24 horas, se enfrió los crisoles en un desecador por veinte minutos seguidamente se pesó finalmente se ejecutaron los cálculos respectivos. En la tabla 27-3 se muestra los resultados de los diferentes tratamientos de los bioplásticos los cuales fueron comparados con los de Charro (2015), se determinó que los bioplásticos elaborados poseen menor cantidad de agua, es decir que los resultados obtenidos fueron favorables en el análisis de humedad. El tratamiento TPP1 tuvo 10,974% de humedad siendo así el más óptimo en este análisis.

### 3.2.3.2. Análisis de espesor

**Tabla 28-3:** Resultados del análisis de espesor del bioplástico de almidón de cáscara de papa

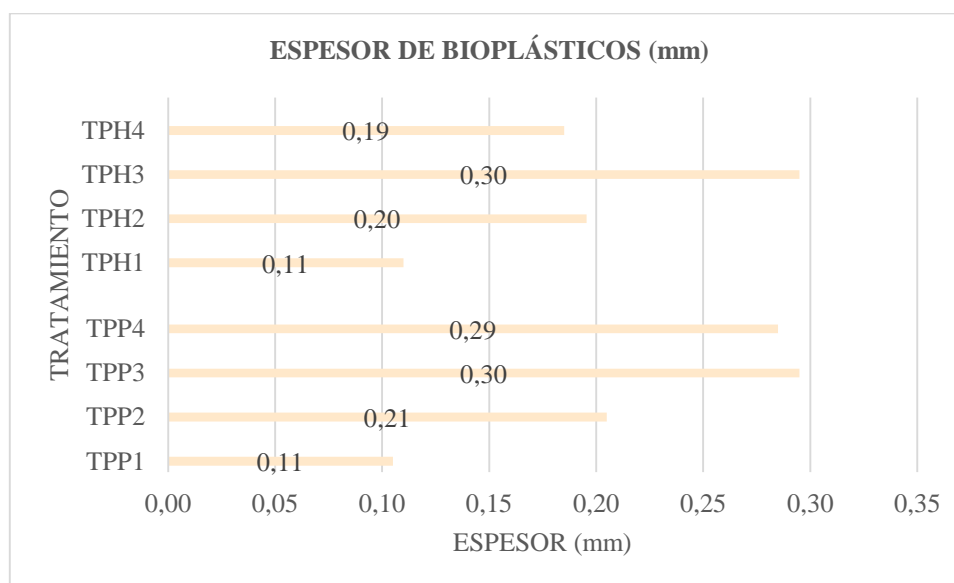
Tratamiento	Repetición	Espesor (mm)										Promedio	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
TPP1	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,11
	2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
TPP2	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,21
	2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
TPP3	1	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,30
	2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
TPP4	1	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,29
	2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

**Tabla 29-3:** Resultados del análisis de espesor del bioplástico de almidón de cáscara de papa y cáscara de papaya

Tratamiento	Repetición	Espesor (mm)										Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
TPH1	1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,11
	2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
TPH2	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,20
	2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,21	
TPH3	1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,30
	2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
TPH4	1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,19
	2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021



**Gráfico 3-3:** Espesor de bioplásticos

Realizado por: Torres, Evelin, 2021

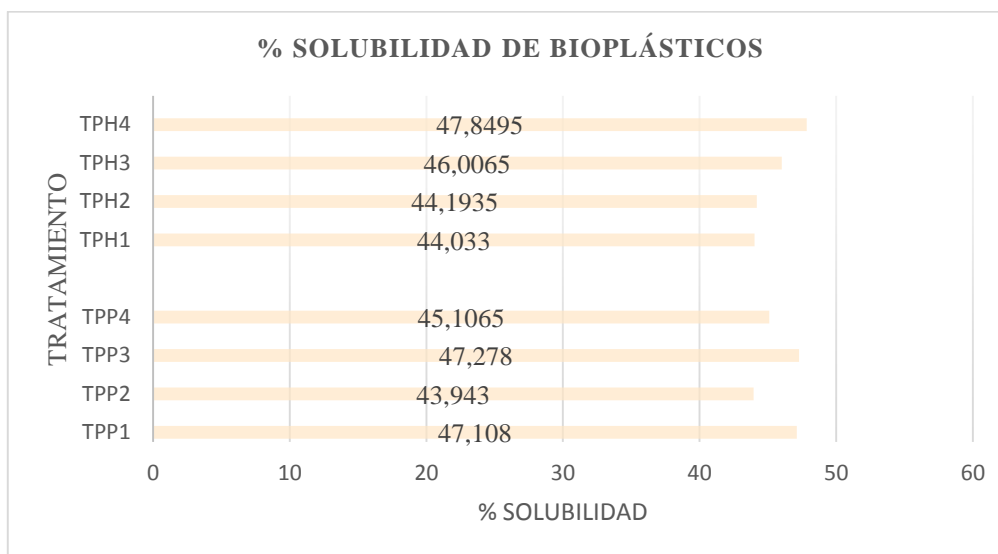
Se procedió a medir varias veces los espesores de los distintos tratamientos posteriormente se calculó el promedió. En la gráfica 3-3 se aprecian los resultados del análisis de espesores comparándolos entre sí se determina que las dos clases de bioplásticos son semejantes entre sí. Según la norma NTE INEN 2542 (LÁMINAS PLÁSTICAS. REQUISITOS.) el espesor establecido es de 0,2 cm comparando con los resultados se estableció que los tratamientos TPP1, TPP2, TPH1, TPH2 Y TPH4 cumplen con los estándares excepto TPP3, TPP4 Y TPH3 puesto que tuvieron un espesor superior.

### 3.2.3.3. Análisis de porcentaje de solubilidad

**Tabla 30-3:** Resultados del análisis de solubilidad de bioplásticos

Bioplástico a partir de almidón de cáscara de papa					Bioplástico a partir de almidón de cáscara de papa y cáscara de papaya				
N°	Tratamiento	Repetición	% Solubilidad	Promedio de % solubilidad	N°	Tratamiento	Repetición	% Solubilidad	Promedio de % solubilidad
1	TPP1	1	47,234	47,108	1	TPH1	1	44,176	44,033
2		2	46,982		2		2	43,890	
3	TPP2	1	43,214	43,943	3	TPH2	1	43,579	44,194
4		2	44,672		4		2	44,808	
5	TPP3	1	45,245	47,278	5	TPH3	1	46,929	46,007
6		2	46,311		6		2	45,084	
7	TPP4	1	45,679	45,107	7	TPH4	1	48,471	47,850
8		2	44,534		8		2	47,228	

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021



**Gráfico 4-3:** Esesor de bioplásticos

Realizado por: Torres, Evelin, 2021

En la gráfica 4-3 los resultados se determinan los resultados del porcentaje de solubilidad, los cuales son similares entre sí. Se comparó con los de la investigación realizada por Charro (2015) se concluyó que los bioplásticos elaborados poseen mayor porcentaje de solubilidad en agua siendo así aptos para la utilización de envolturas.

### 3.2.3.4. Análisis de biodegradabilidad

**Tabla 31-3:** Datos para el análisis de biodegradabilidad del bioplásticos de almidón de cáscara papa

Día 7						
N°	Tratamiento	Repetición	Ambiente		Compost	
			Peso (g)		Peso (g)	
			Inicial	Final	Inicial	Final
1	TPP1	1	0,383	0,310	0,372	0,319
2		2	0,354	0,287	0,385	0,330
3	TPP2	1	0,264	0,213	0,301	0,255
4		2	0,245	0,198	0,287	0,242
5	TPP3	1	0,397	0,324	0,289	0,242
6		2	0,329	0,264	0,295	0,247
7	TPP4	1	0,249	0,199	0,315	0,260
8		2	0,249	0,203	0,306	0,254
Día 15						
N°	Tratamiento	Repetición	Ambiente		Compost	
			Peso (g)		Peso (g)	
			Inicial	Final	Inicial	Final
1	TPP1	1	0,383	0,284	0,372	0,267
2		2	0,354	0,263	0,385	0,277
3	TPP2	1	0,264	0,195	0,301	0,213
4		2	0,245	0,179	0,287	0,200
5	TPP3	1	0,397	0,290	0,289	0,205
6		2	0,329	0,245	0,295	0,207
7	TPP4	1	0,249	0,181	0,315	0,219
8		2	0,249	0,184	0,306	0,212

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

**Tabla 32-3:** Datos para el análisis de biodegradabilidad del bioplásticos de almidón de cáscara papa y cáscara de papaya

Día 7						
N°	Tratamiento	Repetición	Ambiente		Compost	
			Peso (g)		Peso (g)	
			Inicial	Final	Inicial	Final
1	TPH1	1	0,284	0,231	0,267	0,225
2		2	0,287	0,233	0,289	0,244
3	TPH2	1	0,255	0,205	0,282	0,237
4		2	0,257	0,207	0,261	0,218
5	TPH3	1	0,257	0,205	0,249	0,211
6		2	0,265	0,211	0,281	0,235
7	TPH4	1	0,242	0,192	0,236	0,197
8		2	0,240	0,190	0,267	0,225

Continúa

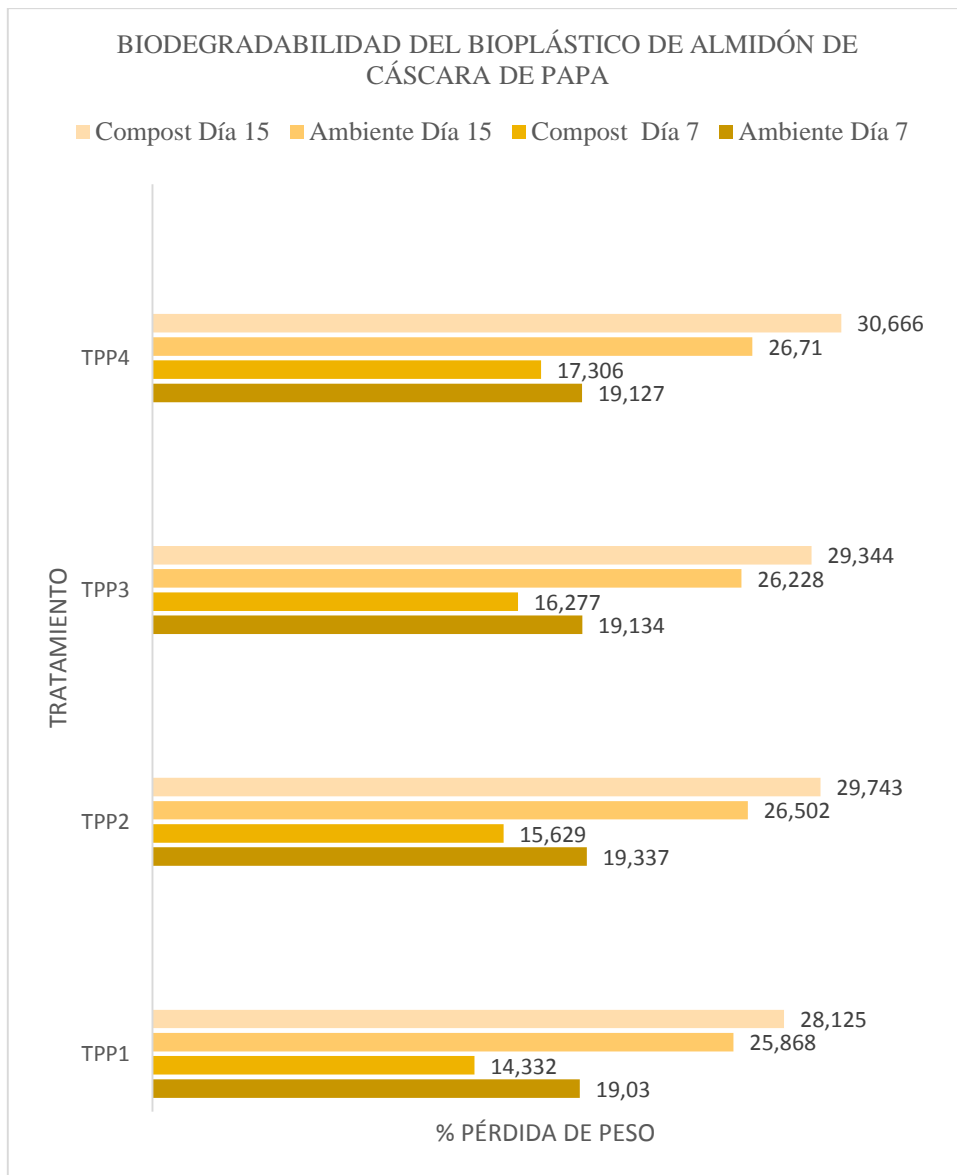
Día 15						
N°	Tratamiento	Repetición	Ambiente		Compost	
			Peso (g)		Peso (g)	
			Inicial	Final	Inicial	Final
1	TPH1	1	0,284	0,211	0,267	0,183
2		2	0,287	0,212	0,289	0,198
3	TPH2	1	0,255	0,187	0,282	0,189
4		2	0,257	0,190	0,261	0,172
5	TPH3	1	0,257	0,189	0,249	0,171
6		2	0,265	0,195	0,281	0,188
7	TPH4	1	0,242	0,179	0,236	0,162
8		2	0,240	0,174	0,250	0,170

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

**Tabla 33-3:** Resultados del análisis de biodegradabilidad del bioplásticos de almidón de cáscara papa

Día 7						
N°	Tratamiento	Repetición	Ambiente		Compost	
			% Pérdida de peso	Promedio de % Pérdida de peso	% Pérdida de peso	Promedio de % Pérdida de peso
1	TPP1	1	19,233	19,030	14,263	14,332
2		2	18,827		14,401	
3	TPP2	1	19,523	19,337	15,287	15,629
4		2	19,151		15,971	
5	TPP3	1	18,493	19,134	16,390	16,277
6		2	19,775		16,163	
7	TPP4	1	19,799	19,127	17,571	17,306
8		2	18,456		17,042	
Día 15						
N°	Tratamiento	Repetición	Ambiente		Compost	
			% Pérdida de peso	Promedio de % Pérdida de peso	% Pérdida de peso	Promedio de % Pérdida de peso
1	TPP1	1	25,966	25,868	28,176	28,125
2		2	25,770		28,075	
3	TPP2	1	26,258	26,502	29,179	29,743
4		2	26,746		30,306	
5	TPP3	1	26,909	26,228	29,011	29,344
6		2	25,547		29,677	
7	TPP4	1	27,203	26,710	30,479	30,666
8		2	26,216		30,852	

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021



**Gráfico 5-3:** Biodegradabilidad de almidón de cáscara de papa

**Realizado por:** Torres, Evelin, 2021

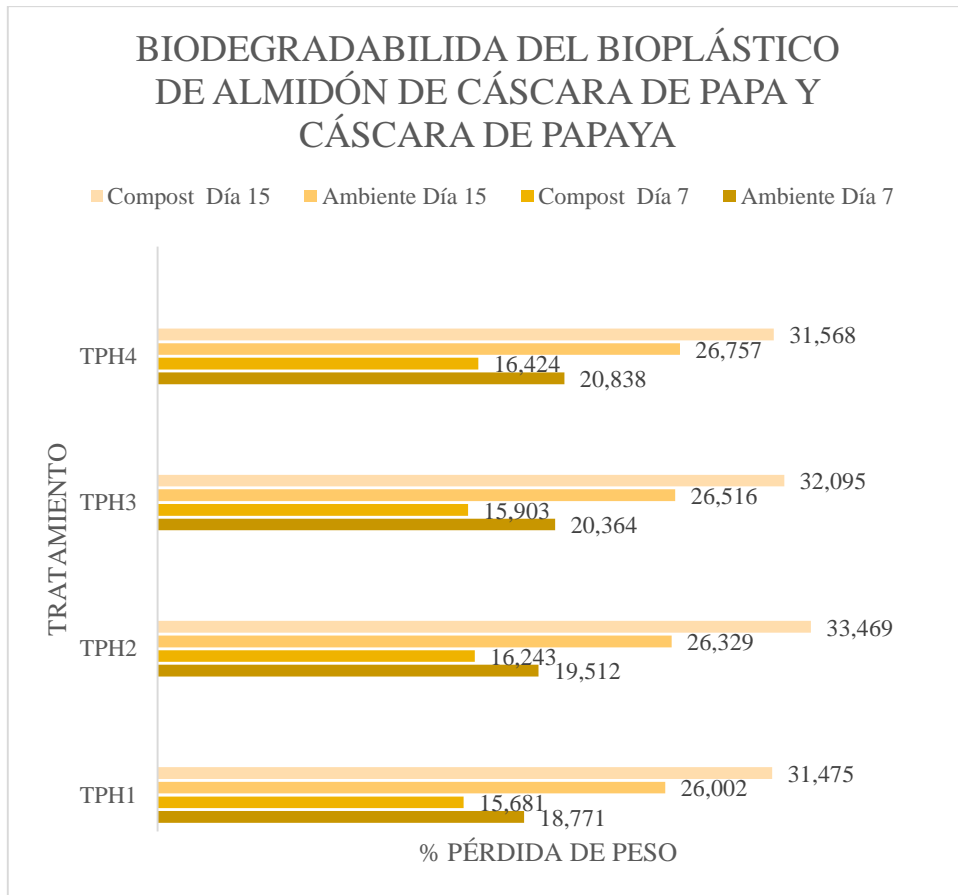
Para la realización del análisis de biodegradabilidad se procedió a cortar el bioplástico de 2,5 cm x 2,5 cm luego se pesaron para posteriormente ser colocados en compost a una profundidad de 12 cm y en el ambiente, se verificó su presencia cada siete días y se pesó posteriormente se realizó los cálculos adecuados para determinar el porcentaje de peso. De acuerdo con los resultados obtenidos se determinó que el cuarto tratamiento tuvo mayor porcentaje de pérdida de peso. Se comparo los resultados con los parámetros establecidos por López et al. (2010) con los cuales se estableció que todos los tratamientos cumplen con los valores referenciados.

**Tabla 34-3:** Resultados del análisis de biodegradabilidad del bioplásticos de almidón de cáscara papa y cáscara de papaya

<b>Día 7</b>						
<b>N°</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Repetición</b>	<b>Ambiente</b>		<b>Compost</b>	
			<b>% Pérdida de peso</b>	<b>Promedio de % Pérdida de peso</b>	<b>% Pérdida de peso</b>	<b>Promedio de % Pérdida de peso</b>
1	TPH1	1	18,790	18,771	16,012	15,681
2		2	18,752		15,350	
3	TPH2	1	19,552	19,512	16,094	16,243
4		2	19,471		16,392	
5	TPH3	1	20,156	20,364	15,388	15,903
6		2	20,573		16,417	
7	TPH4	1	20,851	20,838	16,299	16,424
8		2	20,826		17,042	
<b>Día 15</b>						
<b>N°</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Repetición</b>	<b>Ambiente</b>		<b>Compost</b>	
			<b>% Pérdida de peso</b>	<b>Promedio de % Pérdida de peso</b>	<b>% Pérdida de peso</b>	<b>Promedio de % Pérdida de peso</b>
1	TPH1	1	25,932	26,002	31,489	31,475
2		2	26,072		31,462	
3	TPH2	1	26,541	26,329	32,967	33,469
4		2	26,117		33,972	
5	TPH3	1	26,394	26,516	31,177	32,095
6		2	26,639		33,013	
7	TPH4	1	26,218	26,757	31,197	31,568
8		2	27,295		31,940	

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021





**Gráfico 6-3:** Biodegradabilidad de almidón de cáscara de papa y cáscara de papaya  
**Realizado por:** Torres, Evelin, 2021

En la gráfica 6-3 se evidencian los resultados del porcentaje de pérdida de peso de los distintos tratamientos de bioplásticos a partir de almidón de cáscara de papa y cáscara de papaya observando que el segundo tratamiento es el más óptimo se realizó la comparación los rangos establecidos por López et al. (2010) se determina que los bioplásticos cumplen con los parámetros establecidos.

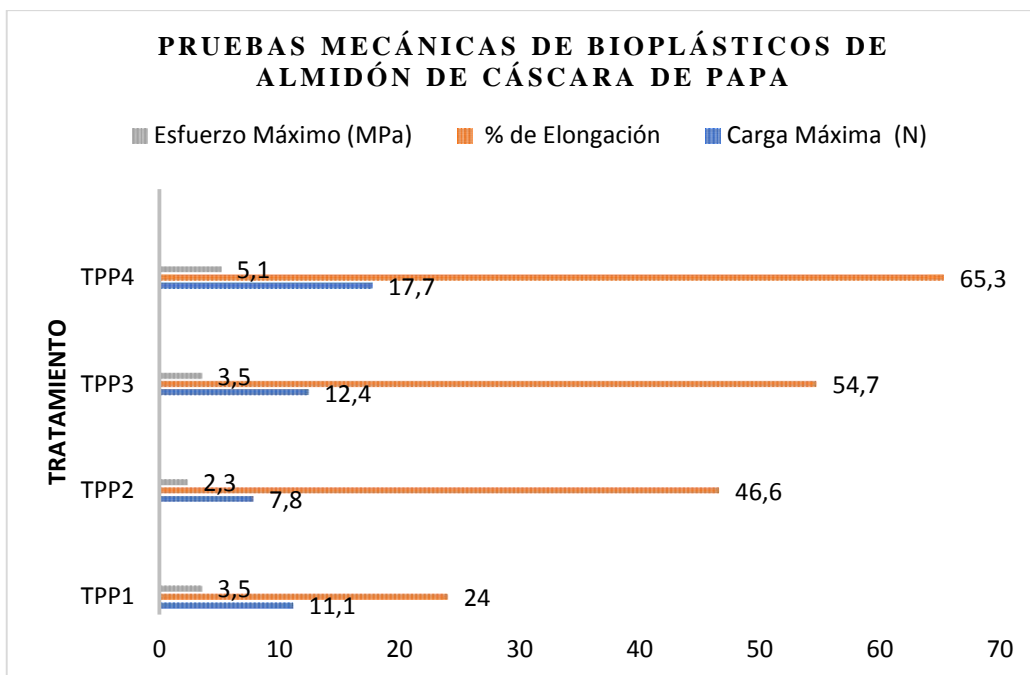
### 3.2.3.5. Análisis de pruebas mecánicas

En la realización de las pruebas mecánicas se realizaron tres repeticiones por cada tratamiento.

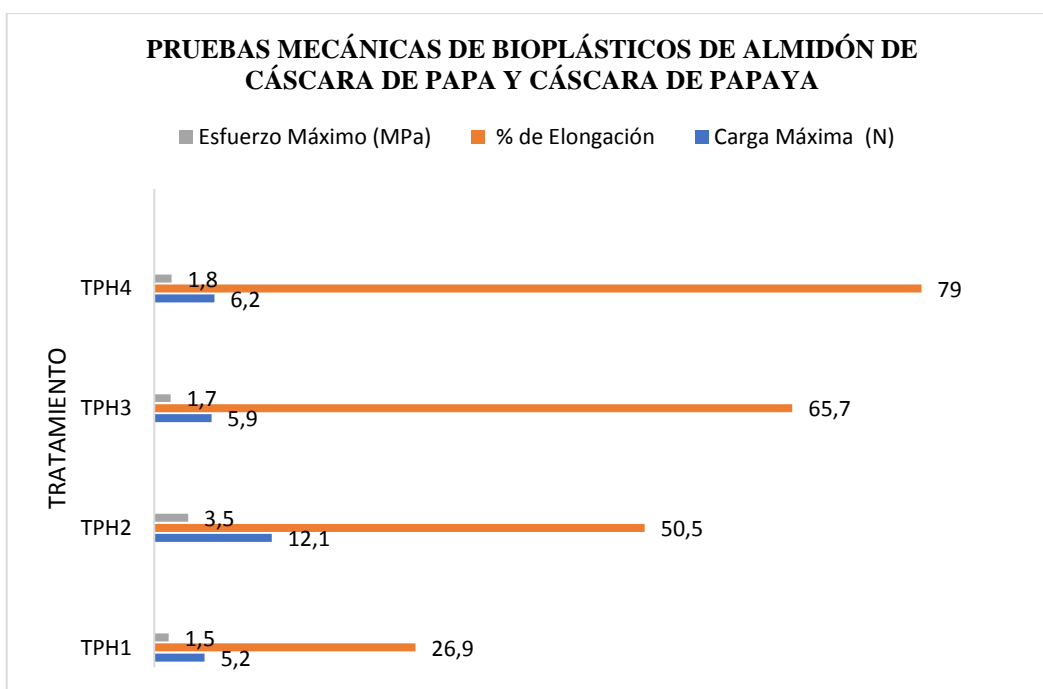
**Tabla 35-3:** Resultados de análisis de pruebas mecánicas

Bioplástico a partir de almidón de cáscara de papa						Bioplástico a partir de almidón de cáscara de papa y cáscara de papaya					
N°	Tratamiento	Repeticiones	Carga Máxima (N)	% Elongación	Esfuerzo Máximo (MPa)	N°	Tratamiento	Repeticiones	Carga Máxima (N)	% Elongación	Esfuerzo Máximo (MPa)
1	TPP1	1	9,8	25,0	3,06	1	TPH1	1	5,9	29,4	1,73
2		2	13,7	25,0	4,28	2		2	3,9	25,7	1,11
3		3	9,8	21,9	3,06	3		3	5,9	25,7	1,68
Promedio			11,1	24	3,5	Promedio			5,2	26,9	1,5
4	TPP2	1	9,6	51,5	2,90	4	TPH2	1	10,9	48,6	3,11
5		2	6,9	44,1	2,02	5		2	11,8	54,3	3,37
6		3	6,9	44,1	2,02	6		3	13,7	48,6	3,9
Promedio			7,8	46,6	2,3	Promedio			12,1	50,5	3,5
7	TPP3	1	11,8	57,1	3,37	7	TPH3	1	6,9	77,1	1,97
8		2	11,6	55,6	3,22	8		2	5,9	57,1	1,68
9		3	13,7	51,4	3,9	9		3	4,9	62,9	1,40
Promedio			12,4	54,7	3,5	Promedio			5,9	65,7	1,7
10	TPP4	1	17,6	68,6	5,02	10	TPH4	1	5,9	80,0	1,68
11		2	16,9	58,8	4,97	11		2	4,9	77,1	1,40
12		3	18,6	68,6	5,31	12		3	7,8	80,0	2,22
Promedio			17,7	65,3	5,1	Promedio			6,2	79,0	1,8

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Curtiembre y Fibra, 2021



**Gráfico 7-3:** Pruebas de tracción de bioplásticos de almidón de cáscara de papa  
 Realizado por: Torres, Evelin, 2021



**Gráfico 8-3:** Pruebas de tracción de bioplásticos de almidón de cáscara de papa y cáscara de papaya  
 Realizado por: Torres, Evelin, 2021

En la gráfica 7-3 y gráfica 8-3 se observa los resultados del análisis de pruebas mecánicas, en el cual el bioplástico a partir del almidón de la cáscara de papa posee mayor carga máxima y esfuerzo máximo, mientras que bioplástico a partir del almidón de la cáscara de papa y cáscara de papaya

posee mayor porcentaje de elongación. Relacionando los bioplásticos se observa que la mayor carga máxima obtenida de los bioplásticos fue en TPP4 y en TPH2. El porcentaje de elongación mayor se obtuvo en el TPP4 y en TPH4. Y el mayor esfuerzo máximo se obtuvo en TPP4 y TPH2. Mediante los resultados de los análisis de pruebas mecánicas se determinó que los mejores bioplásticos son los TPP4 Y TPH2 al poseer los mejores . Se comparó con los resultados obtenidos por Guamán (2019, pp. 45) determinándose que los bioplásticos elaborados posee mejores propiedades mecánicas.

### 3.2.3.6. Análisis de permeabilidad de vapor de agua

**Tabla 36-3:** Datos para el análisis de permeabilidad de vapor de agua de bioplástico plástico a partir de almidón de cáscara de papa

N°	Tratamiento	Repetición	Área (m <sup>2</sup> )	Espesor (m)	Peso inicial (g)	Tiempo (h)					
						1	2	3	4	5	6
1	TPP1	1	0,284	0,0001	31,78	31,78	31,78	31,79	31,79	31,79	31,79
2		2	0,317	0,0001	32,28	32,28	32,28	32,29	32,29	32,29	32,29
3	TPP2	1	0,363	0,0001	32,46	32,46	32,46	32,46	32,47	32,47	32,47
4		2	0,353	0,0001	31,93	31,93	31,93	31,93	31,93	31,93	31,94
5	TPP3	1	0,356	0,0002	32,33	32,33	32,33	32,33	32,34	32,34	32,34
6		2	0,340	0,0001	32,61	32,61	32,61	32,61	32,62	32,62	32,62
7	TPP4	1	0,284	0,0004	31,88	31,88	31,88	31,88	31,88	31,88	31,88
8		2	0,366	0,0003	31,84	31,84	31,84	31,84	31,85	31,85	31,85

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

**Tabla 37-3:** Datos para el análisis de permeabilidad de vapor de agua de bioplástico plástico a partir de almidón de cáscara de papa y cáscara de papaya

N°	Tratamiento	Repetición	Área (m <sup>2</sup> )	Espesor (m)	Peso inicial (g)	Tiempo (h)					
						1	2	3	4	5	6
1	TPH1	1	0,380	0,0001	32,750	32,752	32,756	32,758	32,762	32,765	32,766
2		2	0,353	0,0001	32,489	32,491	32,492	32,492	32,494	32,494	32,495
3	TPH2	1	0,343	0,0001	31,917	31,919	31,922	31,924	31,929	31,932	31,933
4		2	0,324	0,0001	31,641	31,642	31,646	31,647	31,652	31,653	31,655
5	TPH3	1	0,333	0,0001	31,527	31,528	31,532	31,533	31,537	31,540	31,540
6		2	0,353	0,0002	32,012	32,014	32,015	32,016	32,019	32,021	32,021
7	TPH4	1	0,327	0,0001	32,098	32,098	32,100	32,101	32,103	32,104	32,106
8		2	0,350	0,0001	31,218	31,220	31,223	31,223	31,224	31,225	31,226

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

**Tabla 38-3:** Resultados obtenidos de la tasa de transmisión de vapor del bioplástico de almidón de cáscara de papa

N°	Tratamiento	Repetición	Tasa de transmisión de vapor (WVTR) g/hm <sup>2</sup>					
			1	2	3	4	5	6
1	TPP1	1	5,643E-03	1,340E-02	5,643E-03	9,876E-03	7,407E-03	3,174E-03
2		2	7,879E-03	1,166E-02	4,727E-03	1,135E-02	5,042E-03	3,151E-03
3	TPP2	1	1,928E-03	7,712E-03	1,928E-03	7,988E-03	4,132E-03	1,377E-03
4		2	2,266E-03	6,232E-03	2,266E-03	2,550E-03	3,116E-03	1,700E-03
5	TPP3	1	1,123E-03	7,016E-03	1,964E-03	1,151E-02	4,490E-03	1,964E-03
6		2	4,709E-03	8,535E-03	2,649E-03	1,177E-02	4,709E-03	4,709E-03
7	TPP4	1	7,054E-04	8,465E-03	7,054E-04	1,058E-02	2,822E-03	4,232E-03
8		2	2,729E-03	9,824E-03	8,187E-04	1,119E-02	4,366E-03	1,910E-03

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

**Tabla 39-3:** Resultados obtenidos de la tasa de transmisión de vapor del bioplástico de almidón de cáscara de papa y cáscara de papaya

N°	Tratamiento	Repetición	Tasa de transmisión de vapor (WVTR) g/hm <sup>2</sup>					
			1	2	3	4	5	6
1	TPH1	1	5,261E-03	8,681E-03	6,577E-03	9,207E-03	8,418E-03	4,209E-03
2		2	4,249E-03	2,266E-03	1,983E-03	3,683E-03	1,416E-03	2,550E-03
3	TPH2	1	4,664E-03	1,049E-02	4,664E-03	1,516E-02	6,704E-03	4,081E-03
4		2	4,635E-03	1,081E-02	4,635E-03	1,390E-02	4,635E-03	5,252E-03
5	TPH3	1	5,101E-03	9,301E-03	4,801E-03	1,290E-02	7,201E-03	1,500E-03
6		2	4,533E-03	3,683E-03	2,266E-03	8,499E-03	5,666E-03	2,833E-04
7	TPH4	1	6,119E-04	5,507E-03	3,671E-03	4,283E-03	4,589E-03	5,201E-03
8		2	4,576E-03	7,150E-03	1,716E-03	2,288E-03	1,716E-03	4,004E-03

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

**Tabla 40-3:** Resultados obtenidos del análisis de permeabilidad de vapor de agua del bioplástico de almidón de cáscara de papa

N°	Tratamiento	Repetición	Permeabilidad de vapor de agua (WVP) g/hmMPa					
			1	2	3	4	5	6
1	TPP1	1	3,024E-07	7,182E-07	3,024E-07	5,292E-07	3,969E-07	1,701E-07
2		2	4,222E-07	6,249E-07	2,533E-07	6,080E-07	2,702E-07	1,689E-07
3	TPP2	1	1,033E-07	4,133E-07	1,033E-07	4,281E-07	2,214E-07	7,381E-08
4		2	1,215E-07	3,340E-07	1,215E-07	1,366E-07	1,670E-07	9,109E-08
5	TPP3	1	1,203E-07	7,520E-07	2,106E-07	1,233E-06	4,813E-07	2,106E-07
6		2	2,523E-07	4,574E-07	1,419E-07	6,309E-07	2,523E-07	2,523E-07
7	TP4	1	1,512E-07	1,815E-06	1,512E-07	2,268E-06	6,048E-07	9,073E-07
8		2	4,387E-07	1,579E-06	1,316E-07	1,799E-06	7,020E-07	3,071E-07

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

**Tabla 41-3:** Resultados obtenidos del análisis de permeabilidad de vapor de agua del bioplástico de almidón de cáscara de papa y cáscara de papaya

N°	Tratamiento	Repetición	Permeabilidad de vapor de agua (WVP) g/hmMPa					
			1	2	3	4	5	6
1	TPH1	1	2,820E-07	4,652E-07	3,524E-07	4,934E-07	4,511E-07	2,256E-07
2		2	2,277E-07	1,215E-07	1,063E-07	1,974E-07	7,591E-08	1,366E-07
3	TPH2	1	2,499E-07	5,624E-07	2,499E-07	8,123E-07	3,593E-07	2,187E-07
4		2	2,484E-07	5,795E-07	2,484E-07	7,451E-07	2,484E-07	2,815E-07
5	TPH3	1	2,733E-07	4,985E-07	2,573E-07	6,914E-07	3,859E-07	8,040E-08
6		2	4,858E-07	3,947E-07	2,429E-07	9,109E-07	6,073E-07	3,036E-08
7	TPH4	1	3,279E-08	2,951E-07	1,968E-07	2,295E-07	2,459E-07	2,787E-07
8		2	2,452E-07	3,832E-07	9,196E-08	1,226E-07	9,196E-08	2,146E-07

Realizado por: Torres, Evelin, Laboratorio de Investigación, 2021

Para la realización del análisis de permeabilidad de vapor de agua se procedió a cortar 3 cm x 3 cm de bioplásticos previamente se activó la sílica gel a 105°C luego fue agregada a los tubos de ensayo los cuales se cubrieron totalmente la parte superior con el bioplástico seguidamente se pesaron los tubos para ser colocados en el desecador, el cual contenía una solución de cloruro de sodio saturada en agua, los tubos fueron pesados cada hora, se realizaron seis pesajes finalmente con los datos obtenidos se realizó los cálculo. Comparando los resultados obtenidos por Charro (2015), obtuvimos mejores resultados. Según Guamán (2019, pp. 41) obtuvo los siguientes resultados (6,0416E-03 g /hmMPa y 6,20831E-03 g /hmMPa) expuestos por 24 horas, los cuales se relacionaron con los valores obtenidos concluyendo que los bioplásticos son adecuados para utilizarse como envolturas.

### **3.3. Pruebas de Hipótesis**

#### ***3.3.1. Hipótesis 1***

Los bioplásticos elaborados a partir de almidón de cáscara de papa y la cáscara de papaya mediante análisis de permeabilidad de vapor de agua, biodegradabilidad, humedad, solubilidad y pruebas mecánicas de tracción cumplen con los parámetros establecidos para ser utilizados en envolturas para alimentos.

#### ***3.3.2. Hipótesis 2***

Fue posible la obtención de almidón a partir de la cáscara de la papa debido a que el tubérculo tuvo 27,79% de amilosa, lo cual permitió la obtención de bioplásticos. La cáscara de papaya no tuvo almidón, pero se utilizó como aditivo en una solución con agua.

#### ***3.3.3. Hipótesis 3***

El rendimiento óptimo del almidón extraído de la cáscara de la papa fue de 5,421% el cual fue aceptable para la obtención de bioplástico teniendo en cuenta que se está obteniendo materia prima a partir de un residuo. Se tuvo 18,749 % de cáscara de papaya el mismo que es superior al del almidón ya que la papaya es una fruta pulposa y de mayor tamaño.

#### ***3.3.4. Hipótesis 4***

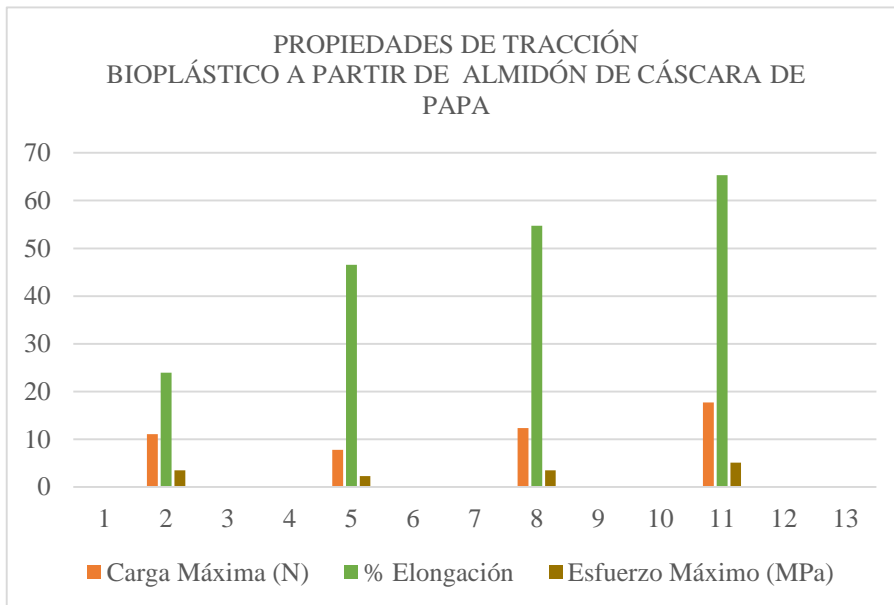
Mediante análisis de laboratorio se determinó la caracterización físico-química de la cáscara de papa y cáscara de la papa de acuerdo a la normativa NTE INEN 1456 (Reactivos para análisis. Almidón soluble. Métodos de ensayo) se realizaron pruebas de ceniza, solubilidad, sustancias reductoras, pH y sensibilidad. Los resultados fueron favorables ya que se encontraron dentro de los parámetros establecidos, lo cual indicó que son aptos para la elaboración de bioplásticos.

#### ***3.3.5. Hipótesis 5***

Posteriormente a los ensayos casting preliminares, se determinó que las condiciones más idóneas para la obtención de bioplásticos fueron a temperatura ambiente durante 48 horas, se realizó cuatro repeticiones de los distintos tratamientos. Para la obtención de bioplástico a partir de almidón de cáscara de papa se estableció la composición de 5,128% y 7,692% de almidón y 5,128% y 7,692% de glicerina mientras que la composición para el bioplástico a partir del almidón y cáscara de papaya fueron de 0,623% y 1,25% de cáscara de papaya, 4,986% y 7,497% de glicerol y la cantidad de almidón utilizada fue constante.

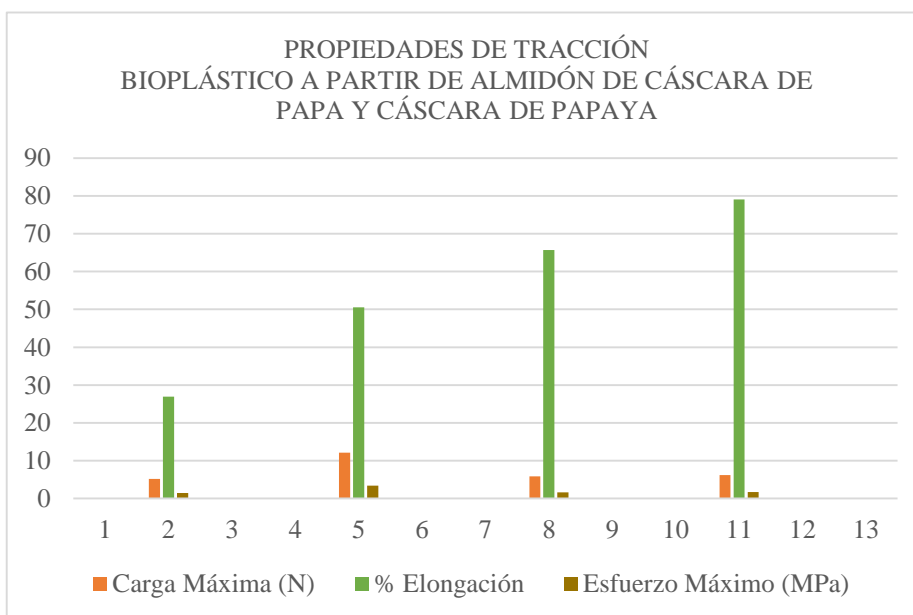
### 3.3.6. Hipótesis 6

De acuerdo con los resultados de los análisis de caracterización de los bioplásticos se determinó que permeabilidad de vapor de agua fue favorable puesto que se encontraron dentro de los parámetros establecidos para usarse en envolturas de alimentos, es decir que no van a influir en la conservación de los alimentos.



**Gráfico 9-3:** Propiedades de tracción del bioplástico a partir de almidón de cáscara de papa

Realizado por: Torres, Evelin, 2021



**Gráfico 10-3:** Propiedades de tracción del bioplástico a partir de almidón y cáscara de papaya

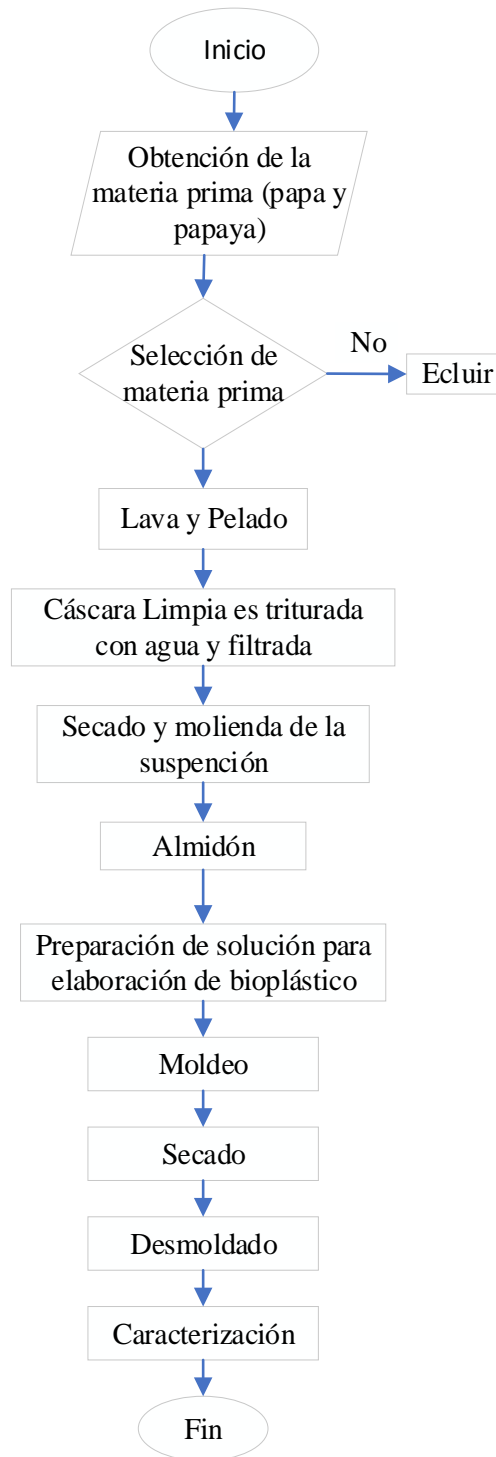
Realizado por: Torres, Evelin, 2021



En las pruebas de tracción se determinó que los tratamientos TPP4 Y TPH4 tuvieron mayor porcentaje de elongación. En la carga máxima y esfuerzo máximo los tratamientos con mayor valor fueron TPP4 y TPH2. Se relacionaron los resultados con los obtenidos por Charro (2015) y se estableció que los bioplásticos tuvieron excelentes propiedades de tracción. Se analizó los resultados de dos tipos de bioplásticos y se determinó que el tratamiento TPP2 fue el mejor para la elaboración de bioplásticos ya que cumplió con los estándares y tuvo los mejores resultados en los análisis realizados y la formulación fue más adecuada debido a que la cantidad de glicerina y almidón fueron apropiadas.

### 3.4. Propuesta del Proyecto

Por medio del estudio de investigación realizado se plantea la elaboración de bioplástico a partir de almidón de la cáscara de papa y la cáscara de la papaya como aditivo.



**Figura 3-3:** Diagrama de proceso de obtención de bioplástico

Realizado por: Torres, Evelin, 2021

- **Selección de la materia prima**

Se escogió la materia prima comprobando el perfecto estado del tubérculo y de la fruta, la cual debe ser fresca y madura para la obtención de almidón y cáscara. Si no cumple con estas especificaciones se rechaza la fruta o tubérculo.

- **Secado y molienda de la suspensión**

La suspensión obtenida de la trituración y filtración de la cáscara con agua se deja secar a 21°C, para ser posteriormente molida y así obtener el almidón para ser utilizado en la elaboración de bioplástico.

- **Preparación de solución para la elaboración de bioplástico**

Para la obtención de bioplástico se prepara una solución de agua, glicerina, almidón, ácido acético y el aditivo. La solución es preparada a una temperatura de 68 °C y 70°C durante 25 y 30 minutos hasta llegar a la temperatura de gelatinización para ser posteriormente ser moldeada mediante el método casting. Para la formación del bioplástico se deja secar por 48 horas al ambiente para ser finalmente desmoldado el bioplástico.

- **Caracterización**

Se realiza la caracterización de los bioplástico mediante los análisis de humedad, permeabilidad de vapor de agua, solubilidad, biodegradabilidad y pruebas de tracción. Con la finalidad de determinar las propiedades y calidad del bioplástico elaborado.

**Tabla 42-3:** Costo de insumo y materia prima

<b>COSTOS DE MATERIA PRIMA</b>			
<b>Materia Prima</b>	<b>Cantidad (g)</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Costo \$</b>
Papa	100000	6	15.00
Papaya	800	3	3.00
<b>COSTO DE INSUMOS</b>			
<b>Insumos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo</b>	<b>Costo Total \$</b>
Agua Destilada	20 (L)	1.00	20.00
Ácido Acético	2 (L)	2.00	2.00
Glicerol	1 (L)	6.00	6.00

Realizado por: Torres, Evelin, 2021

**Tabla 43-3:** Costo de bioplásticos

<b>Tipo de Bioplástico</b>	<b>Costo para obtención de materia prima \$</b>	<b>Costo de Bioplástico \$</b>	<b>Costo de Análisis \$</b>	<b>Costo Total \$</b>
Bioplástico de almidón	17.50	1.96	12	31.46
Bioplástico de almidón y cáscara de papaya	20.50	2.20	12	34.70

**Realizado por:** Torres, Evelin, 2021

El precio para la producción del bioplástico a partir de almidón de cáscara de papa es menor debido a que este no tiene ningún aditivo. Por lo cual el precio del bioplástico a partir de almidón y cáscara de papaya es un poco más elevado. La realización de los análisis es importante para conocer las características y calidad del bioplástico.

## CONCLUSIONES

- La elaboración de bioplástico a partir del almidón de la cáscara de la papa y la cáscara de la papaya fue posible debido al 27,79% de amilosa que contiene el almidón y a las adecuadas concentraciones de almidón, glicerina y cáscara de papaya que se utilizaron.
- La extracción del almidón de la cáscara de la papa se trituró 500 g de cáscara con 300 ml de agua a 20000 rpm y 6800 rpm por un tiempo de 90, 60 y 30 segundos
- Se estableció que el porcentaje más óptimo de rendimiento del almidón fue del tratamiento seis con 5,4215%.
- La caracterización del almidón a partir de la cáscara de la papa y la cáscara de papaya se efectuó mediante análisis de; humedad con el resultado (15,721% y 88,494%), pH ( 6,779 y 5,910), temperatura de gelatinización (67,667°C) y ceniza ( 0,172% y 0,351%). Las mismas características físico-químicas analizadas al almidón se realizaron a la cáscara de la papaya, varios resultados de los análisis a la cáscara de la papaya se encontraron dentro de los parámetros establecidos en la normativa.
- La obtención de bioplásticos se realizó mediante el diseño factorial  $2^k$  con distintas concentraciones de almidón, glicerina y cáscara de papaya, se realizó cuatro tratamientos con 4 repeticiones correspondientemente.
- La caracterización del bioplástico se realizó a los distintos tratamientos, con lo cual se estableció que el tratamiento TPP2 fue el más óptimo mediante los resultados de análisis humedad 11,717%, el espesor fue de 0,21 mm, el porcentaje de solubilidad que se obtuvo fue 43,943%, la biodegradabilidad se realizó en compost y ambiente durante 15 días se logró 29,743% y 25,868% respectivamente, finalmente las pruebas de tracción obteniéndose 46,6% de elongación, 7,8 N de carga máxima y 2,3 MPa de esfuerzo máximo.

## RECOMENDACIONES

- Para la obtención de almidón a partir de cáscara de papa utilizar la papa de tipo arenosa ya que posee mayor cantidad de almidón.
- El deshecho obtenido del proceso de triturado puede ser utilizado como compost para la realización del análisis de biodegradabilidad.
- En la molienda de la suspensión seca se recomienda utilizar un triturador eléctrico para así obtener un almidón de tamaño adecuado para la elaboración de bioplásticos.
- El análisis de amilosa debe ser realizado antes de la elaboración del bioplástico para determinar la cantidad de almidón adecuada ya que si el porcentaje de amilosa es elevado se va utilizar el almidón en pequeñas cantidades y así no malgastar almidón.
- Al realizar la mezcla para la obtención del bioplástico la agitación debe ser moderada para evitar la formación de burbujas y conseguir una mezcla homogénea.
- El secado del bioplástico debe realizarse a temperatura ambiente para obtener mejores resultados en las propiedades y características.
- Al obtener las probetas estas deben ser cortadas de la parte central del bioplástico ya que se va a tener mayor uniformidad en la probeta.

## BIBLIOGRAFÍA

**ARISTIZÁBAL, Johanna; & SÁNCHEZ, Teresa.** *Guía técnica para la producción y análisis de almidón de yuca* [en línea]. Roma-Italia: FAO, 2007. [Consulta: 01 agosto 2020]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a1028s/a1028s.pdf>

**ARROYO, Luis; et al.** *Zonificación agroecológica (ZAE) de 15 cultivos prioritarios de la región huerta atlántica de Costa Rica sus resultados y metodología a escala 1:50000* [en línea]. Costa Rica: INTA, 2003. [Consulta: 01 agosto 2020]. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E11-8515.pdf>

**BBC Mundo.** *BBC* [blog]. [Citado el: 02 agosto 2020]. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-40664725>

**BRITO, HANNIBAL.** *Texto Básico de Operaciones Unitarias I* [en línea]. Riobamba-Ecuador: 2000. [Citado el: 02 agosto 2020]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/313673724\\_Texto\\_Basico\\_de\\_Operaciones\\_Unitarias\\_I?fbclid=IwAR0MEpaodB\\_81erMVxQygzUOtNLhNy6t39T8Wi4lbe7ITj7SPcd4c\\_JdiFc](https://www.researchgate.net/publication/313673724_Texto_Basico_de_Operaciones_Unitarias_I?fbclid=IwAR0MEpaodB_81erMVxQygzUOtNLhNy6t39T8Wi4lbe7ITj7SPcd4c_JdiFc)

**BRITO, HANNIBAL; et. al.** “Incidencia de los procedimientos de producción en la fabricación del almidón de la papa superchola (*Solanum tuberosum* L)”. *ResearchGate*. [en línea], 2020, (Ecuador) 20(3), pp. 196. [Consulta: 03 agosto 2020]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/349424734\\_IMPACT\\_OF\\_PRODUCTION\\_PROCEDURES\\_IN\\_THE\\_MANUFACTURE\\_OF\\_SUPERCHOLA\\_POTATO\\_STARCH\\_Solanum\\_tuberosum\\_L?fbclid=IwAR1aBRm4eZsY66RSTi9p-6Dtk0hFB3mXwPayO7oGWT1YzW6KpgEvDw7Jn-8](https://www.researchgate.net/publication/349424734_IMPACT_OF_PRODUCTION_PROCEDURES_IN_THE_MANUFACTURE_OF_SUPERCHOLA_POTATO_STARCH_Solanum_tuberosum_L?fbclid=IwAR1aBRm4eZsY66RSTi9p-6Dtk0hFB3mXwPayO7oGWT1YzW6KpgEvDw7Jn-8)

**CHARRO, Mónica.** Obtención de bioplástico biodegradable a partir de almidón de patata [en línea] (Trabajo de Titulación). Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería Química. Quito. 2015. pp. 07- 65. [Consulta: 03 agosto 2020]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3788/1/T-UCE-0017-97.pdf>

**COLCHA, Jorge.** Comercialización del cultivo de papaya (*Carica Papaya* L.) en la provincia de Los Ríos [en línea] (Trabajo de Titulación). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias. Guayaquil. 2011. pp. 1. [Consulta: 03 agosto 2020]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2841/1/TESINA%20PAPAYA%20COLCHA%20%c3%81RDENAS%20JORGE.pdf>

**FAO.** *La papa, nutrición y alimentación* [en línea]. Año internacional de la Papa, 2008. [Consulta: 01 agosto 2020]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/11069/1/96T00540.pdf>

**GARCÍA CALLEJA, Javier.** *Biología La Guía* [blog]. [Consulta: 01 agosto 2020]. Disponible en: <https://biologia.laguia2000.com/bioquimica/polisacridos>

**GÓMEZ, M.** *El rícon de la ciencia* [blog]. [Consulta: 01 agosto 2020]. Disponible en: <http://rincondelaciencia.educa.madrid.org/Curiosid/Rc-58.html>

**GONZÁLEZ, Antonio.** *Leonoticias* [blog]. [Consulta: 02 agosto 2020]. Disponible en: <https://www.leonoticias.com/tecnologia/investigacion/almidon-patata-alternativa-bolsas-plastico-20200124220817-ntrc.html?ref=https://www.google.com/>

**GUAMÁN BRAVO, Jenny Marcela.** Obtención de plásticos biodegradables a partir de almidón de cascaras de papa para su aplicación industrial [en línea] ( Trabajo de Titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ingeniería Química. Riobamba-Ecuador. 2019. pp. 40-46. [Consulta: 05 agosto 2020]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/11069/1/96T00540.pdf>

**HERNÁNDEZ MEDINA, Marilyn; et al.** “Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán”. *SCIELO* [en línea], 2008, (México) 28(3) [Consulta: 02 agosto 2020]. ISSN 1678-457X. Disponible en: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612008000300031#:~:text=Esto%20es%20debido%20a%20su,que%20se%20aumenta%20la%20temperatura](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612008000300031#:~:text=Esto%20es%20debido%20a%20su,que%20se%20aumenta%20la%20temperatura)

**JIMÉNEZ MEDINA, Tomás.** *Aprendly* [blog]. [Consulta: 02 agosto 2020]. Disponible en: <https://aprenderly.com/doc/2592953/clasificaci%C3%B3n-taxon%C3%B3mica-d-la-papaya>.

**LAGUNA, Tomás.** *Bioquímica de Laguna 7<sup>ed</sup>* [en línea], México-México: El Manual Moderno, 2013. [Consulta: 02 agosto 2020]. Disponible en: <https://www.amazon.com.mx/Bioqu%C3%ADmica-Laguna-Jos%C3%A9/dp/6074482918>

**LEYVA, Luis.** *Tubérculos* [blog]. [Consulta: 02 agosto 2020]. Disponible en: <https://www.tuberculos.org/papa-patata/>

**MALDONADO CULQUIMBOZ, Yojani; et al.** “Extracción de pectina mediante el método de hidrólisis ácida en frutos de maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M.Badillo) provenientes del distrito de San Miguel de Soloco, región Amazonas” *SCIELO* [en línea], 2010, (Perú) 3(2), pp. 178. [Consulta: 02 agosto 2020]. ISSN 2070-836X Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/as/v3n2/a05v3n2>



**MÉNDEZ, Ángeles.** *Química La Guía* [blog]. [Consulta: 01 agosto 2020]. Disponible en: <https://quimica.laguia2000.com/compuestos-quimicos/glicerol>

**MORÁN, Susana.** *Planv* [blog]. [Consulta: 02 agosto 2020]. Disponible en: <https://www.planv.com.ec/investigacion/investigacion/ecuador-se-lavan-miles-toneladas-desechos-plasticos-sucios-eeuu>

**MUÑOZ MURILLO, José; et al.** “Uso de papaína y bromelina y su efecto en las características organolépticas y bromatológicas de chuletas de cerdo ahumadas”. *RECUS* [en línea], 2019, (Ecuador) 4 (2), pp. 39. [Consulta: 02 agosto 2020]. ISSN 2528-8075. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Uso-de-papa%C3%ADna-y-bromelina-y-su-efecto-en-las-y-de-Murillo-V%C3%A9z/d4b03c34bd5fa9cdfb01e4a85cc2ae6c711c65f4>

**NARANJO, Verónica.** *Eltelegrafo* [blog]. [Consulta: 02 agosto 2020]. Disponible en: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/7/plasticos-contaminacion-ecuador>

**PÉREZ, Julián, & Gardey, Ana.** *Definición* [blog] [Consulta: 02 agosto 2020]. Disponible en: <https://definicion.de/carbohidratos/>

**PÉREZ, Julián, & MERINO, María.** *Definición* [blog] [Consulta: 02 agosto 2020]. Disponible en: <https://definicion.de/fruta/>

**PÉREZ, Julián, & MERINO, María.** *Definición* [blog] [Consulta: 02 agosto 2020]. Disponible en: <https://definicion.de/agua-destilada/>

**PIZÁ, Hamlet; et al.** Análisis experimental de la elaboración de bioplástico a partir de la cáscara de plátano para el diseño de una línea de producción alterna las chifleras de Piura, Perú [en línea] Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. (Piura). 2017. pp. 9-14 [Consulta: 02 agosto 2020]. Disponible en [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3224/PYT\\_Informe\\_Final\\_Proyecto\\_Bioplastico.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3224/PYT_Informe_Final_Proyecto_Bioplastico.pdf)

**RAFIINO, María.** *Concepto* [blog] [Consulta: 02 agosto 2020]. Disponible en: <https://concepto.de/acido-acetico/>

**RIVERA, Luis; et al.** “Fuentes de carbono económicas para la producción de bioplásticos bacterianos”. *TECNOCENCIA* [en línea], 2009, (Chihuahua) 3(2), pp. 58-59. [Consulta: 02 agosto 2020]. Disponible en: [http://tecnociencia.uach.mx/numeros/v3n2/data/Fuentes\\_de\\_carbono\\_economicas\\_para\\_la\\_produccion\\_de\\_bioplasticos\\_bacterianos.pdf](http://tecnociencia.uach.mx/numeros/v3n2/data/Fuentes_de_carbono_economicas_para_la_produccion_de_bioplasticos_bacterianos.pdf)

**RODRÍGUEZ SANDOVAL, Eduardo; et al.** “influencia de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quinoa y papa en las propiedades termomecánicas y de panificación de

masas”. *SCIELO* [en línea], 2012, (Colombia) 15(1), pp. 199-200. [Consulta: 02 agosto 2020]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v15n1/v15n1a21.pdf>

**PUMISACHO, Manuel; & SHERWOOD, Stephen.** *EL CULTIVO DE LA PAPA EN ECUADOR* [en línea]. Quito-Ecuador: INIAP, 2002. [Consulta: 02 agosto 2020]. Disponible en: <https://cipotato.org/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/Pumisacho%20y%20Sherwood%20Cultivo%20de%20Papa%20en%20Ecuador.pdf>

**VALERO VALDIVIESO, Manuel; et al.** “Biopolímeros: avances y perspectivas”. *SCIELO* [en línea], 2013, (Colombia) 181, pp. 172-174. [Consulta: 02 agosto 2020]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v80n181/v80n181a19.pdf>

**ANEXOS**

**ANEXO A: EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN**



a



b



c

**NOTAS**

- a. Pesaje de la cáscara
- b. Trituración
- c. Filtración

**CATEGORIA DEL DIAGRAMA**

- CERTIFICAR
- APROBADO
- POR APROBAR
- POR CALIFICAR
- POR VERIFICAR

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**REALIZADO POR:**  
Torres Andrade Evelin Estefanía

**PROCESO EXPERIMENTAL**

ESCALA	FECHA	LÁMINA
1:1	16/03/2021	1



d



e



f



g

<b>NOTAS</b> d. Suspensión e. Almidón f. Molienda g. Almacenamiento	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b> <input type="checkbox"/> CERTIFICAR <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>  <b>REALIZADO POR:</b> Torres Andrade Evelin Estefanía	<b>PROCESO EXPERIMENTAL</b>		
			<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>	<b>LÁMINA</b>
			1:1	16/03/2021	2

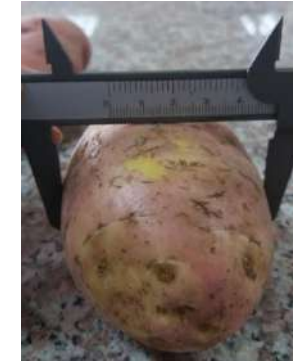
**ANEXO B: ANÁLISIS MACROMORFOLÓGICO DE LA PAPA**



a



b



c

<p align="center"><b>NOTAS</b></p> <p>a. Materia prima b. Pesaje c. Medición de longitud y diámetro</p>	<p align="center"><b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b></p> <input type="checkbox"/> CERTIFICAR <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	<p align="center"><b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b></p> <p align="center"><b>FACULTAD DE CIENCIAS</b></p> <p align="center"><b>REALIZADO POR:</b> Torres Andrade Evelin Estefanía</p>	<b>PROCESO EXPERIMENTAL</b>		
			<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>	<b>LÁMINA</b>
			1:1	16/03/2021	3

**ANEXO C: ANÁLISIS MACRO-MORFOLÓGICO DE LA PAPAYA**



a



b



c

<p align="center"><b>NOTAS</b></p> <p>a. Materia prima b. Pesaje c. Medición de longitud y diámetro</p>	<p align="center"><b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b></p> <input type="checkbox"/> CERTIFICAR <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	<p align="center"><b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b></p> <p align="center"><b>FACULTAD DE CIENCIAS</b></p> <p align="center"><b>REALIZADO POR:</b> Torres Andrade Evelin Estefanía</p>	<b>PROCESO EXPERIMENTAL</b>		
			<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>	<b>LÁMINA</b>
			1:1	16/03/2021	4

**ANEXO D: ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS**



a



b



c

<p align="center"><b>NOTAS</b></p> <p>a. Humedad b. Ceniza c. pH</p>	<p align="center"><b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b></p> <p><input type="checkbox"/> CERTIFICAR <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR</p>	<p align="center"><b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b></p> <p align="center"><b>FACULTAD DE CIENCIAS</b></p> <p align="center"><b>REALIZADO POR:</b> Torres Andrade Evelin Estefanía</p>	<b>PROCESO EXPERIMENTAL</b>		
			<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>	<b>LÁMINA</b>
			1:1	16/03/2021	5



d



e



f



g

<b>NOTAS</b> d. Densidad e. Solubilidad f. Temperatura de Gelatinización g. Filtración de la Solución de cáscara de papaya	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b> <input type="checkbox"/> CERTIFICAR <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>  <b>REALIZADO POR:</b> Torres Andrade Evelin Estefanía	<b>PROCESO EXPERIMENTAL</b>		
			<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>	<b>LÁMINA</b>
			1:1	16/03/2021	6





g



h





i

<b>NOTAS</b> h. Viscosidad i. Sensibilidad j. Azúcares Reductores	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b> <input type="checkbox"/> CERTIFICAR <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>  <b>REALIZADO POR:</b> Torres Andrade Evelin Estefanía	<b>PROCESO EXPERIMENTAL</b>		
			<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>	<b>LÁMINA</b>
			1:1	16/03/2021	7

## ANEXO E: ANÁLISIS DE AMILOSA

MC-LSAIA-2201-03

	<p><b>INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</b>  <b>ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA</b>  <b>DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y CALIDAD</b>  <b>LABORATORIO DE SERVICIO DE ANALISIS E INVESTIGACION EN ALIMENTOS</b>                  Panamericana Sur Km. 1. CutuglaguaTifs. 2690691-3007134. Fax 3007134.                  Casilla postal 17-01-340</p>	
---	---	---

### INFORME DE ENSAYO No: 20-101

<b>NOMBRE PETICIONARIO:</b> Srta. Evelyn Torres	<b>INSTITUCIÓN:</b> Particular	
<b>DIRECCIÓN:</b> Esmeraldas y Loja	<b>ATENCIÓN:</b> Srta. Evelyn Torres	
<b>FECHA DE EMISIÓN:</b> 10 de diciembre de 2020	<b>FECHA DE RECEPCIÓN.:</b> 23/11/2020	
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b> Del 23 de noviembre al 9 de diciembre de 2020	<b>HORA DE RECEPCIÓN:</b> 08H30	
	<b>ANÁLISIS SOLICITADO</b> Amilosa	

ANÁLISIS	HUMEDAD	AMILOSA <sup>Ω</sup>				IDENTIFICACIÓN
<b>METODO</b>	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-04				
<b>METODO REF.</b>	U. FLORIDA 1970	Morrison y Laignelet 1983				
<b>UNIDAD</b>	%	%				
20-0690	15.61	27.79				Almidón de cáscara de papa

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.  
 OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

#### RESPONSABLES DEL INFORME

  
**Dr. Iván Samaniego**  
**RESPONSABLE TÉCNICO**



  
**Ing. Bladimir Ortiz**  
**RESPONSABLE CALIDAD**

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

**NOTA DE DESCARGO:** La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigido únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

<b>NOTAS</b> Análisis de amilosa	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>	<b>PROCESO EXPERIMENTAL</b>			
	<input type="checkbox"/> CERTIFICAR <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	<b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>		<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>	<b>LÁMINA</b>
		<b>REALIZADO POR:</b> Torres Andrade Evelin Estefanía		1:1	16/03/2021	8

**ANEXO F: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**



a



b

<b>NOTAS</b> a. Análisis Microbiológico de la solución de cáscara de papaya. b. Análisis microbiológico de almidón	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b> <input type="checkbox"/> CERTIFICAR <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>  <b>REALIZADO POR:</b> Torres Andrade Evelin Estefanía	<b>PROCESO EXPERIMENTAL</b>		
			<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>	<b>LÁMINA</b>
			1:1	16/03/2021	9

## ANEXO G: ENSAYOS PRELIMINARES DE BIOPLÁSTICOS



a



b



c

<b>NOTAS</b> a. Ensayos Preliminares b. Bioplástico de almidón de cáscara de papa c. Bioplástico de almidón de cáscara de papa y cáscara de papaya	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b> <input type="checkbox"/> CERTIFICAR <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>  <b>REALIZADO POR:</b> Torres Andrade Evelin Estefanía	<b>PROCESO EXPERIMENTAL</b>		
			<b>ESCALA</b>  1:1	<b>FECHA</b>  16/03/2021	<b>LÁMINA</b>  10

**ANEXO H: BIOPLÁSTICOS**



a



b

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	PROCESO EXPERIMENTAL		
			ESCALA	FECHA	LÁMINA
a. Bioplástico de almidón de cáscara de papa b. Bioplástico de almidón de cáscara de y cáscara de papaya	<input type="checkbox"/> CERTIFICAR <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	FACULTAD DE CIENCIAS  REALIZADO POR: Torres Andrade Evelin Estefanía	1:1	16/03/2021	11

## ANEXO I: ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE BIOPLÁSTICOS



a



b



c

<b>NOTAS</b> a. Medición de Espesores b. Solubilidad c. Humedad	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b> <input type="checkbox"/> CERTIFICAR <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>  <b>REALIZADO POR:</b> Torres Andrade Evelin Estefanía	<b>PROCESO EXPERIMENTAL</b>		
			<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>	<b>LÁMINA</b>
			1:1	16/03/2021	12



d



e



f

**NOTAS**

- d. Biodegradabilidad de bioplástico de almidón y cáscara
- e. Biodegradabilidad de bioplástico de almidón
- f. Permeabilidad de vapor de agua

**CATEGORIA DEL DIAGRAMA**

- CERTIFICAR
- APROBADO
- POR APROBAR
- POR CALIFICAR
- POR VERIFICAR

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**REALIZADO POR:**  
Torres Andrade Evelin Estefanía

**PROCESO EXPERIMENTAL**

**ESCALA**

**FECHA**

**LÁMINA**

1:1

16/03/2021

13



j



k



l

<p><b>NOTAS</b></p> <p>g. Probetas de almidón de cáscara de papa a ensayar</p> <p>h. Probetas de almidón de cáscara de papa y cáscara de papaya a ensayar</p> <p>i. Equipo universal para prueba de tracción</p>	<p><b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b></p> <p><input type="checkbox"/> CERTIFICAR</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> APROBADO</p> <p><input type="checkbox"/> POR APROBAR</p> <p><input type="checkbox"/> POR CALIFICAR</p> <p><input type="checkbox"/> POR VERIFICAR</p>	<p><b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b></p> <p><b>FACULTAD DE CIENCIAS</b></p> <p><b>REALIZADO POR:</b> Torres Andrade Evelin Estefanía</p>	<p><b>PROCESO EXPERIMENTAL</b></p>		
			<p><b>ESCALA</b></p>	<p><b>FECHA</b></p>	<p><b>LÁMINA</b></p>
			<p>1:1</p>	<p>16/03/2021</p>	<p>14</p>



## ANEXO J: RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

### RESULTADOS DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS DE ALMIDONES

<b>NOMBRE:</b> Evelin Estefanía Torres Andrade
<b>TIPO DE MUESTRA:</b> Almidón de cáscara de papa y cáscara de papaya hawaiana
<b>FECHA DE ENTREGA:</b> 06 de noviembre del 2020

#### Examen Físico del almidón de cáscara de papa

<b>COLOR:</b> Beige
<b>OLOR:</b> Inoloro
<b>ASPECTO:</b> Granular

#### Examen Físico de cáscara de papaya hawaiana

<b>COLOR:</b> Anaranjado
<b>OLOR:</b> Dulce
<b>ASPECTO:</b> Homgéneo

#### Examen Bacteriológico

CÁSCARA DE PAPA			
Determinaciones	Unidades	*Valores de referencia	Resultados
Coliformes Totales	UFC/g		300
Coliformes Fecales ( <i>Escherichia Coli</i> )	UFC/g	< 10	Ausencia
Mohos y levaduras	UFC/g	1 000- 5 000	Ausencia
CÁSCARA DE PAPAYA HAWAIANA			
Determinaciones	Unidades	*Valores de referencia	Resultados
Coliformes Totales	UFC/g		Ausencia
Coliformes Fecales ( <i>Escherichia Coli</i> )	UFC/g	< 10	Ausencia
Mohos y levaduras	UFC/g	1 000- 5 000	60

Valores de Referencia tomados de Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca (FAO).



Dra. Gina Álvarez R.

RESPONSABLE TECNICO LABORATORIO

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.

## ANEXO K: RESULTADOS DE PRUEBAS DE TRACCIÓN

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYOS DE TRACCIÓN	Nº 1
REALIZADO POR	EVELIN ESRTEFANÍA TORRES ANDRADE
TEMA DE TESIS	ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA PAPA ( <i>Solanum Tuberosum</i> ) Y LA CÁSCARA DE LA PAPAYA HAWAINA ( <i>Carica Papaya L.</i> ) COMO ALTERNATIVA PARA USO DE ENVOLTURAS BIODEGRADABLES DE ALIMENTOS
TIPO DE MATERIAL	BIOPLÁSTICO - PAPA
MATERIAL	LÁMINA DE PLÁSTICO
TRATAMIENTO	1
REPETICIÓN	1
FECHA FABRICACIÓN	2020 -11
CARACTERÍSTICA	Lámina transparente
ESPESOR (mm)	0,10
ANCHURA (mm)	10
LONGITUD INICIAL (mm)	25,00
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	3,2
CARGA MÁXIMA (N)	9,8
ESFUERZO MAXIMO ( MPa)	3,06
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	25

Aprobado por

*Julio Llerena*

ING. JULIO LLERENA



TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE CURTIEMBRE Y FIBRAS AGROINDUSTRIALES

A continuación, ANEXO K

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYOS DE TRACCIÓN	N° 2
REALIZADO POR	EVELIN ESRTEFANÍA TORRES ANDRADE
TEMA DE TESIS	ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA PAPA ( <i>Solanum Tuberosum</i> ) Y LA CÁSCARA DE LA PAPAYA HAWAINA ( <i>Carica Papaya L.</i> ) COMO ALTERNATIVA PARA USO DE ENVOLTURAS BIODEGRADABLES DE ALIMENTOS
TIPO DE MATERIAL	BIOPLÁSTICO – PAPA
MATERIAL	LÁMINA DE PLÁSTICO
TRATAMIENTO	1
REPETICIÓN	2
FECHA FABRICACIÓN	2020 -11
CARACTERÍSTICA	Lámina transparente
ESPESOR (mm)	0,10
ANCHURA (mm)	10
LONGITUD INICIAL (mm)	25,00
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	3,2
CARGA MÁXIMA (N)	13,7
ESFUERZO MAXIMO ( MPa)	4,28
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	25

Aprobado



ING. JULIO LLERENA



TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE CURTIEMBRE Y FIBRAS AGROINDUSTRIALES

A continuación, ANEXO K

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYOS DE TRACCIÓN	N° 3
REALIZADO POR	EVELIN ESRTEFANÍA TORRES ANDRADE
TEMA DE TESIS	ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA PAPA ( <i>Solanum Tuberosum</i> ) Y LA CÁSCARA DE LA PAPAYA HAWAINA ( <i>Carica Papaya L.</i> ) COMO ALTERNATIVA PARA USO DE ENVOLTURAS BIODEGRADABLES DE ALIMENTOS
TIPO DE MATERIAL	BIOPLÁSTICO - PAPA
MATERIAL	LÁMINA DE PLÁSTICO
TRATAMIENTO	1
REPETICIÓN	3
FECHA FABRICACIÓN	2020 -11
CARACTERÍSTICA	Lámina transparente
ESPESOR (mm)	0,10
ANCHURA (mm)	10
LONGITUD INICIAL (mm)	25,00
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	3,2
CARGA MÁXIMA (N)	9,8
ESFUERZO MAXIMO ( MPa)	3,06
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	21,90

Aprobado

*Julio Llerena*

ING. JULIO LLERENA



TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE CURTIEMBRE Y FIBRAS AGROINDUSTRIALES

A continuación, ANEXO K

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYOS DE TRACCIÓN	N° 4
REALIZADO POR	EVELIN ESRTEFANÍA TORRES ANDRADE
TEMA DE TESIS	ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA PAPA ( <i>Solanum Tuberosum</i> ) Y LA CÁSCARA DE LA PAPAYA HAWAINA ( <i>Carica Papaya L.</i> ) COMO ALTERNATIVA PARA USO DE ENVOLTURAS BIODEGRADABLES DE ALIMENTOS
TIPO DE MATERIAL	BIOPLÁSTICO - PAPA
MATERIAL	LÁMINA DE PLÁSTICO
TRATAMIENTO	2
REPETICIÓN	1
FECHA FABRICACIÓN	2020 -11
CARACTERÍSTICA	Lámina transparente
ESPESOR (mm)	0,20
ANCHURA (mm)	10
LONGITUD INICIAL (mm)	25,00
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	3,3
CARGA MÁXIMA (N)	9,6
ESFUERZO MAXIMO ( MPa)	2,90
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	51,50

Aprobado



ING. JULIO LLERENA



TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE CURTIEMBRE Y FIBRAS AGROINDUSTRIALES

A continuación, ANEXO K

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYOS DE TRACCIÓN	N° 5
REALIZADO POR	EVELIN ESRTEFANÍA TORRES ANDRADE
TEMA DE TESIS	ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA PAPA ( <i>Solanum Tuberosum</i> ) Y LA CÁSCARA DE LA PAPAYA HAWAINA ( <i>Carica Papaya L.</i> ) COMO ALTERNATIVA PARA USO DE ENVOLTURAS BIODEGRADABLES DE ALIMENTOS
TIPO DE MATERIAL	BIOPLÁSTICO - PAPA
MATERIAL	LÁMINA DE PLÁSTICO
TRATAMIENTO	2
REPETICIÓN	2
FECHA FABRICACIÓN	2020 -11
CARACTERÍSTICA	Lámina transparente
ESPESOR (mm)	0,20
ANCHURA (mm)	10
LONGITUD INICIAL (mm)	25,00
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	3,4
CARGA MÁXIMA (N)	6,9
ESFUERZO MAXIMO ( MPa)	2,02
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	44,1

Aprobado

*Julio Llerena*

ING. JULIO LLERENA



TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE CURTIEMBRE Y FIBRAS AGROINDUSTRIALES

A continuación, ANEXO K

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYOS DE TRACCIÓN	N° 6
REALIZADO POR	EVELIN ESRTEFANÍA TORRES ANDRADE
TEMA DE TESIS	ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA PAPA ( <i>Solanum Tuberosum</i> ) Y LA CÁSCARA DE LA PAPAYA HAWAINA ( <i>Carica Papaya L.</i> ) COMO ALTERNATIVA PARA USO DE ENVOLTURAS BIODEGRADABLES DE ALIMENTOS
TIPO DE MATERIAL	BIOPLÁSTICO - PAPA
MATERIAL	LÁMINA DE PLÁSTICO
TRATAMIENTO	2
REPETICIÓN	3
FECHA FABRICACIÓN	2020 -11
CARACTERÍSTICA	Lámina transparente
ESPESOR (mm)	0,20
ANCHURA (mm)	10
LONGITUD INICIAL (mm)	25,00
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	3,4
CARGA MÁXIMA (N)	6,9
ESFUERZO MAXIMO ( MPa)	2,02
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	44,1

Aprobado



ING. JULIO LLERENA



TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE CURTIEMBRE Y FIBRAS AGROINDUSTRIALES

A continuación, ANEXO K

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYOS DE TRACCIÓN	N° 7
REALIZADO POR	EVELIN ESRTEFANÍA TORRES ANDRADE
TEMA DE TESIS	ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA PAPA ( <i>Solanum Tuberosum</i> ) Y LA CÁSCARA DE LA PAPAYA HAWAINA ( <i>Carica Papaya L.</i> ) COMO ALTERNATIVA PARA USO DE ENVOLTURAS BIODEGRADABLES DE ALIMENTOS
TIPO DE MATERIAL	BIOPLÁSTICO - PAPA
MATERIAL	LÁMINA DE PLÁSTICO
TRATAMIENTO	3
REPETICIÓN	1
FECHA FABRICACIÓN	2020 -11
CARACTERÍSTICA	Lámina transparente
ESPESOR (mm)	0,30
ANCHURA (mm)	10
LONGITUD INICIAL (mm)	25,00
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	3,5
CARGA MÁXIMA (N)	11,8
ESFUERZO MAXIMO ( MPa)	3,37
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	57,10

Aprobado

ING. JULIO LLERENA



TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE CURTIEMBRE Y FIBRAS AGROINDUSTRIALES

A continuación, ANEXO K



INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYOS DE TRACCIÓN	N° 8
REALIZADO POR	EVELIN ESRTEFANÍA TORRES ANDRADE
TEMA DE TESIS	ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA PAPA ( <i>Solanum Tuberosum</i> ) Y LA CÁSCARA DE LA PAPAYA HAWAINA ( <i>Carica Papaya L.</i> ) COMO ALTERNATIVA PARA USO DE ENVOLTURAS BIODEGRADABLES DE ALIMENTOS
TIPO DE MATERIAL	BIOPLÁSTICO - PAPA
MATERIAL	LÁMINA DE PLÁSTICO
TRATAMIENTO	3
REPETICIÓN	2
FECHA FABRICACIÓN	2020 -11
CARACTERÍSTICA	Lámina transparente
ESPESOR (mm)	0,30
ANCHURA (mm)	10
LONGITUD INICIAL (mm)	25,00
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	3,6
CARGA MÁXIMA (N)	11,6
ESFUERZO MAXIMO ( MPa)	3,22
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	55,60

Aprobado



ING. JULIO LLERENA



TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE CURTIEMBRE Y FIBRAS AGROINDUSTRIALES

A continuación, ANEXO K

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYOS DE TRACCIÓN	N° 9
REALIZADO POR	EVELIN ESRTEFANÍA TORRES ANDRADE
TEMA DE TESIS	ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA PAPA ( <i>Solanum Tuberosum</i> ) Y LA CÁSCARA DE LA PAPAYA HAWAINA ( <i>Carica Papaya L.</i> ) COMO ALTERNATIVA PARA USO DE ENVOLTURAS BIODEGRADABLES DE ALIMENTOS
TIPO DE MATERIAL	BIOPLÁSTICO - PAPA
MATERIAL	LÁMINA DE PLÁSTICO
TRATAMIENTO	3
REPETICIÓN	3
FECHA FABRICACIÓN	2020 -11
CARACTERÍSTICA	Lámina transparente
ESPESOR (mm)	0,30
ANCHURA (mm)	10
LONGITUD INICIAL (mm)	25,00
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	3,5
CARGA MÁXIMA (N)	13,7
ESFUERZO MAXIMO ( MPa)	3,91
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	51,40

Aprobado

*Julio Llerena*

ING. JULIO LLERENA



TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE CURTIEMBRE Y FIBRAS AGROINDUSTRIALES

A continuación, ANEXO K

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYOS DE TRACCIÓN	N° 10
REALIZADO POR	EVELIN ESRTEFANÍA TORRES ANDRADE
TEMA DE TESIS	ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA PAPA ( <i>Solanum Tuberosum</i> ) Y LA CÁSCARA DE LA PAPAYA HAWAINA ( <i>Carica Papaya L.</i> ) COMO ALTERNATIVA PARA USO DE ENVOLTURAS BIODEGRADABLES DE ALIMENTOS
TIPO DE MATERIAL	BIOPLÁSTICO - PAPA
MATERIAL	LÁMINA DE PLÁSTICO
TRATAMIENTO	4
REPETICIÓN	1
FECHA FABRICACIÓN	2020 -11
CARACTERÍSTICA	Lámina transparente
ESPESOR (mm)	0,30
ANCHURA (mm)	10
LONGITUD INICIAL (mm)	25,00
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	3,5
CARGA MÁXIMA (N)	17,6
ESFUERZO MAXIMO ( MPa)	5,02
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	68,60

Aprobado



ING. JULIO LLERENA



TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE CURTIEMBRE Y FIBRAS AGROINDUSTRIALES

A continuación, ANEXO K

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYOS DE TRACCIÓN	N° 11
REALIZADO POR	EVELIN ESRTEFANÍA TORRES ANDRADE
TEMA DE TESIS	ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA PAPA ( <i>Solanum Tuberosum</i> ) Y LA CÁSCARA DE LA PAPAYA HAWAINA ( <i>Carica Papaya L.</i> ) COMO ALTERNATIVA PARA USO DE ENVOLTURAS BIODEGRADABLES DE ALIMENTOS
TIPO DE MATERIAL	BIOPLÁSTICO - PAPA
MATERIAL	LÁMINA DE PLÁSTICO
TRATAMIENTO	4
REPETICIÓN	2
FECHA FABRICACIÓN	2020 -11
CARACTERÍSTICA	Lámina transparente
ESPESOR (mm)	0,30
ANCHURA (mm)	10
LONGITUD INICIAL (mm)	25,00
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	3,4
CARGA MÁXIMA (N)	16,9
ESFUERZO MAXIMO ( MPa)	4,97
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	58,80

Aprobado



ING. JULIO LLERENA



TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE CURTIEMBRE Y FIBRAS AGROINDUSTRIALES

A continuación, ANEXO K

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYOS DE TRACCIÓN	N° 12
REALIZADO POR	EVELIN ESRTEFANÍA TORRES ANDRADE
TEMA DE TESIS	ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA PAPA ( <i>Solanum Tuberosum</i> ) Y LA CÁSCARA DE LA PAPAYA HAWAINA ( <i>Carica Papaya L.</i> ) COMO ALTERNATIVA PARA USO DE ENVOLTURAS BIODEGRADABLES DE ALIMENTOS
TIPO DE MATERIAL	BIOPLÁSTICO - PAPA
MATERIAL	LÁMINA DE PLÁSTICO
TRATAMIENTO	4
REPETICIÓN	3
FECHA FABRICACIÓN	2020 -11
CARACTERÍSTICA	Lámina transparente
ESPESOR (mm)	0,30
ANCHURA (mm)	10
LONGITUD INICIAL (mm)	25,00
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	3,5
CARGA MÁXIMA (N)	18,6
ESFUERZO MAXIMO ( MPa)	5,31
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	68,60

Aprobado

*Julio Llerena*

ING. JULIO LLERENA



TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE CURTIEMBRE Y FIBRAS AGROINDUSTRIALES

A continuación, ANEXO K

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYOS DE TRACCIÓN	N° 13
REALIZADO POR	EVELIN ESRTEFANÍA TORRES ANDRADE
TEMA DE TESIS	ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA PAPA ( <i>Solanum Tuberosum</i> ) Y LA CÁSCARA DE LA PAPAYA HAWAINA ( <i>Carica Papaya L.</i> ) COMO ALTERNATIVA PARA USO DE ENVOLTURAS BIODEGRADABLES DE ALIMENTOS
TIPO DE MATERIAL	BIOPLÁSTICO – PAPA Y PAPAYA
MATERIAL	LÁMINA DE PLÁSTICO
TRATAMIENTO	1
REPETICIÓN	1
FECHA FABRICACIÓN	2020 -11
CARACTERÍSTICA	Lámina transparente
ESPESOR (mm)	0,10
ANCHURA (mm)	10
LONGITUD INICIAL (mm)	25,00
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	3,4
CARGA MÁXIMA (N)	5,9
ESFUERZO MAXIMO ( MPa)	1,73
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	29,40

Aprobado

*Julio Cesar Llerena Z.*

ING. JULIO LLERENA



TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE CURTIEMBRE Y FIBRAS AGROINDUSTRIALES

A continuación, ANEXO K

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYOS DE TRACCIÓN	N° 14
REALIZADO POR	EVELIN ESRTEFANÍA TORRES ANDRADE
TEMA DE TESIS	ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA PAPA ( <i>Solanum Tuberosum</i> ) Y LA CÁSCARA DE LA PAPAYA HAWAINA ( <i>Carica Papaya L.</i> ) COMO ALTERNATIVA PARA USO DE ENVOLTURAS BIODEGRADABLES DE ALIMENTOS
TIPO DE MATERIAL	BIOPLÁSTICO – PAPA Y PAPAYA
MATERIAL	LÁMINA DE PLÁSTICO
TRATAMIENTO	1
REPETICIÓN	2
FECHA FABRICACIÓN	2020 -11
CARACTERÍSTICA	Lámina transparente
ESPESOR (mm)	0,10
ANCHURA (mm)	10
LONGITUD INICIAL (mm)	25,00
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	3,5
CARGA MÁXIMA (N)	3,9
ESFUERZO MAXIMO ( MPa)	1,11
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	25,7

Aprobado

  
ING. JULIO LLERENA



TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE CURTIEMBRE Y FIBRAS AGROINDUSTRIALES

A continuación, ANEXO K

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYOS DE TRACCIÓN	N° 15
REALIZADO POR	EVELIN ESRTEFANÍA TORRES ANDRADE
TEMA DE TESIS	ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA PAPA ( <i>Solanum Tuberosum</i> ) Y LA CÁSCARA DE LA PAPAYA HAWAINA ( <i>Carica Papaya L.</i> ) COMO ALTERNATIVA PARA USO DE ENVOLTURAS BIODEGRADABLES DE ALIMENTOS
TIPO DE MATERIAL	BIOPLÁSTICO – PAPA Y PAPAYA
MATERIAL	LÁMINA DE PLÁSTICO
TRATAMIENTO	1
REPETICIÓN	3
FECHA FABRICACIÓN	2020 -11
CARACTERÍSTICA	Lámina transparente
ESPESOR (mm)	0,10
ANCHURA (mm)	10
LONGITUD INICIAL (mm)	25,00
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	3,5
CARGA MÁXIMA (N)	5,9
ESFUERZO MAXIMO ( MPa)	1,68
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	25,7

Aprobado



ING. JULIO LLERENA



TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE CURTIEMBRE Y FIBRAS AGROINDUSTRIALES

A continuación, ANEXO K



INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYOS DE TRACCIÓN	N° 16
REALIZADO POR	EVELIN ESRTEFANÍA TORRES ANDRADE
TEMA DE TESIS	ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA PAPA ( <i>Solanum Tuberosum</i> ) Y LA CÁSCARA DE LA PAPAYA HAWAINA ( <i>Carica Papaya L.</i> ) COMO ALTERNATIVA PARA USO DE ENVOLTURAS BIODEGRADABLES DE ALIMENTOS
TIPO DE MATERIAL	BIOPLÁSTICO – PAPA Y PAPAYA
MATERIAL	LÁMINA DE PLÁSTICO
TRATAMIENTO	2
REPETICIÓN	1
FECHA FABRICACIÓN	2020 -11
CARACTERÍSTICA	Lámina transparente
ESPESOR (mm)	0,20
ANCHURA (mm)	10
LONGITUD INICIAL (mm)	25,00
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	3,5
CARGA MÁXIMA (N)	10,9
ESFUERZO MAXIMO ( MPa)	3,11
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	48,6

Aprobado

*Julio Llerena*

ING. JULIO LLERENA



TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE CURTIEMBRE Y FIBRAS AGROINDUSTRIALES

A continuación, ANEXO K

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYOS DE TRACCIÓN	N° 17
REALIZADO POR	EVELIN ESRTEFANÍA TORRES ANDRADE
TEMA DE TESIS	ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA PAPA ( <i>Solanum Tuberosum</i> ) Y LA CÁSCARA DE LA PAPAYA HAWAINA ( <i>Carica Papaya L.</i> ) COMO ALTERNATIVA PARA USO DE ENVOLTURAS BIODEGRADABLES DE ALIMENTOS
TIPO DE MATERIAL	BIOPLÁSTICO – PAPA Y PAPAYA
MATERIAL	LÁMINA DE PLÁSTICO
TRATAMIENTO	2
REPETICIÓN	2
FECHA FABRICACIÓN	2020 -11
CARACTERÍSTICA	Lámina transparente
ESPESOR (mm)	0,20
ANCHURA (mm)	10
LONGITUD INICIAL (mm)	25,00
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	3,5
CARGA MÁXIMA (N)	11,8
ESFUERZO MAXIMO ( MPa)	3,37
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	54,30

Aprobado



ING. JULIO LLERENA



TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE CURTIEMBRE Y FIBRAS AGROINDUSTRIALES

A continuación, ANEXO K

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYOS DE TRACCIÓN	N° 18
REALIZADO POR	EVELIN ESRTEFANÍA TORRES ANDRADE
TEMA DE TESIS	ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA PAPA ( <i>Solanum Tuberosum</i> ) Y LA CÁSCARA DE LA PAPAYA HAWAINA ( <i>Carica Papaya L.</i> ) COMO ALTERNATIVA PARA USO DE ENVOLTURAS BIODEGRADABLES DE ALIMENTOS
TIPO DE MATERIAL	BIOPLÁSTICO – PAPA Y PAPAYA
MATERIAL	LÁMINA DE PLÁSTICO
TRATAMIENTO	2
REPETICIÓN	3
FECHA FABRICACIÓN	2020 -11
CARACTERÍSTICA	Lámina transparente
ESPESOR (mm)	0,20
ANCHURA (mm)	10
LONGITUD INICIAL (mm)	25,00
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	3,5
CARGA MÁXIMA (N)	13,7
ESFUERZO MAXIMO ( MPa)	3,91
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	48,60

Aprobado



ING. JULIO LLERENA



TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE CURTIEMBRE Y FIBRAS AGROINDUSTRIALES

A continuación, ANEXO K

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYOS DE TRACCIÓN	N° 19
REALIZADO POR	EVELIN ESRTEFANÍA TORRES ANDRADE
TEMA DE TESIS	ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA PAPA ( <i>Solanum Tuberosum</i> ) Y LA CÁSCARA DE LA PAPAYA HAWAINA ( <i>Carica Papaya L.</i> ) COMO ALTERNATIVA PARA USO DE ENVOLTURAS BIODEGRADABLES DE ALIMENTOS
TIPO DE MATERIAL	BIOPLÁSTICO – PAPA Y PAPAYA
MATERIAL	LÁMINA DE PLÁSTICO
TRATAMIENTO	3
REPETICIÓN	1
FECHA FABRICACIÓN	2020 -11
CARACTERÍSTICA	Lámina transparente
ESPESOR (mm)	0,30
ANCHURA (mm)	10
LONGITUD INICIAL (mm)	25,00
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	3,5
CARGA MÁXIMA (N)	6,9
ESFUERZO MAXIMO ( MPa)	1,97
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	77,10

Aprobado



ING. JULIO LLERENA



TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE CURTIEMBRE Y FIBRAS AGROINDUSTRIALES

A continuación, ANEXO K

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYOS DE TRACCIÓN	N° 20
REALIZADO POR	EVELIN ESRTEFANÍA TORRES ANDRADE
TEMA DE TESIS	ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA PAPA ( <i>Solanum Tuberosum</i> ) Y LA CÁSCARA DE LA PAPAYA HAWAINA ( <i>Carica Papaya L.</i> ) COMO ALTERNATIVA PARA USO DE ENVOLTURAS BIODEGRADABLES DE ALIMENTOS
TIPO DE MATERIAL	BIOPLÁSTICO – PAPA Y PAPAYA
MATERIAL	LÁMINA DE PLÁSTICO
TRATAMIENTO	3
REPETICIÓN	2
FECHA FABRICACIÓN	2020 -11
CARACTERÍSTICA	Lámina transparente
ESPESOR (mm)	0,30
ANCHURA (mm)	10
LONGITUD INICIAL (mm)	25,00
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	3,5
CARGA MÁXIMA (N)	5,9
ESFUERZO MAXIMO ( MPa)	1,68
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	57,10

Aprobado



ING. JULIO LLERENA



TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE CURTIEMBRE Y FIBRAS AGROINDUSTRIALES

A continuación, ANEXO K

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYOS DE TRACCIÓN	N° 21
REALIZADO POR	EVELIN ESRTEFANÍA TORRES ANDRADE
TEMA DE TESIS	ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA PAPA ( <i>Solanum Tuberosum</i> ) Y LA CÁSCARA DE LA PAPAYA HAWAINA ( <i>Carica Papaya L.</i> ) COMO ALTERNATIVA PARA USO DE ENVOLTURAS BIODEGRADABLES DE ALIMENTOS
TIPO DE MATERIAL	BIOPLÁSTICO – PAPA Y PAPAYA
MATERIAL	LÁMINA DE PLÁSTICO
TRATAMIENTO	3
REPETICIÓN	3
FECHA FABRICACIÓN	2020 -11
CARACTERÍSTICA	Lámina transparente
ESPESOR (mm)	0,30
ANCHURA (mm)	10
LONGITUD INICIAL (mm)	25,00
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	3,5
CARGA MÁXIMA (N)	4,9
ESFUERZO MAXIMO ( MPa)	1,40
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	62,90

Aprobado

*Julio Llerena*

ING. JULIO LLERENA



TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE CURTIEMBRE Y FIBRAS AGROINDUSTRIALES

A continuación, ANEXO K

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYOS DE TRACCIÓN	N° 22
REALIZADO POR	EVELIN ESRTEFANÍA TORRES ANDRADE
TEMA DE TESIS	ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA PAPA ( <i>Solanum Tuberosum</i> ) Y LA CÁSCARA DE LA PAPAYA HAWAINA ( <i>Carica Papaya L.</i> ) COMO ALTERNATIVA PARA USO DE ENVOLTURAS BIODEGRADABLES DE ALIMENTOS
TIPO DE MATERIAL	BIOPLÁSTICO – PAPA Y PAPAYA
MATERIAL	LÁMINA DE PLÁSTICO
TRATAMIENTO	4
REPETICIÓN	1
FECHA FABRICACIÓN	2020 -11
CARACTERÍSTICA	Lámina transparente
ESPESOR (mm)	0,20
ANCHURA (mm)	10
LONGITUD INICIAL (mm)	25,00
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	3,5
CARGA MÁXIMA (N)	5,9
ESFUERZO MAXIMO ( MPa)	1,68
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	80,0

Aprobado



ING. JULIO LLERENA



TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE CURTIEMBRE Y FIBRAS AGROINDUSTRIALES

A continuación, ANEXO K

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYOS DE TRACCIÓN	N° 23
REALIZADO POR	EVELIN ESRTEFANÍA TORRES ANDRADE
TEMA DE TESIS	ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA PAPA ( <i>Solanum Tuberosum</i> ) Y LA CÁSCARA DE LA PAPAYA HAWAINA ( <i>Carica Papaya L.</i> ) COMO ALTERNATIVA PARA USO DE ENVOLTURAS BIODEGRADABLES DE ALIMENTOS
TIPO DE MATERIAL	BIOPLÁSTICO – PAPA Y PAPAYA
MATERIAL	LÁMINA DE PLÁSTICO
TRATAMIENTO	4
REPETICIÓN	2
FECHA FABRICACIÓN	2020 -11
CARACTERÍSTICA	Lámina transparente
ESPESOR (mm)	0,20
ANCHURA (mm)	10
LONGITUD INICIAL (mm)	25,00
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	3,5
CARGA MÁXIMA (N)	4,9
ESFUERZO MAXIMO ( MPa)	1,40
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	77,10

Aprobado



ING. JULIO LLERENA



TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE CURTIEMBRE Y FIBRAS AGROINDUSTRIALES

A continuación, ANEXO K



INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYOS DE TRACCIÓN	N° 24
REALIZADO POR	EVELIN ESRTEFANÍA TORRES ANDRADE
TEMA DE TESIS	ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA PAPA ( <i>Solanum Tuberosum</i> ) Y LA CÁSCARA DE LA PAPAYA HAWAINA ( <i>Carica Papaya L.</i> ) COMO ALTERNATIVA PARA USO DE ENVOLTURAS BIODEGRADABLES DE ALIMENTOS
TIPO DE MATERIAL	BIOPLÁSTICO – PAPA Y PAPAYA
MATERIAL	LÁMINA DE PLÁSTICO
TRATAMIENTO	4
REPETICIÓN	3
FECHA FABRICACIÓN	2020 -11
CARACTERÍSTICA	Lámina transparente
ESPESOR (mm)	0,20
ANCHURA (mm)	10
LONGITUD INICIAL (mm)	25,00
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm <sup>2</sup> )	3,5
CARGA MÁXIMA (N)	7,8
ESFUERZO MAXIMO ( MPa)	2,22
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	80,00

Aprobado

*Julio Llerena*

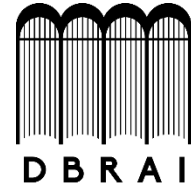
ING. JULIO LLERENA



TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE CURTIEMBRE Y FIBRAS AGROINDUSTRIALES



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS PARA EL**  
**APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN**



**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS**  
**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega:** 13 / 05 / 2021

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> EVELIN ESTEFANÍA TORRES ANDRADE
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> FACULTAD DE CIENCIAS
<b>Carrera:</b> INGENIERÍA QUÍMICA
<b>Título a optar:</b> INGENIERO QUÍMICO
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> Lic. Luis Caminos Vargas Mgs.