



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

**ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE**  
**BIOPLÁSTICOS A PARTIR DE CÁSCARAS DE YUCA**  
**(*Manihot esculenta*) PARA LA ENVOLTURA DE ALIMENTOS**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**QUÍMICA**

**AUTORA:** MARÍA GLADYS YAUTIBUG CEPEDA

**DIRECTORA:** Ing. LINDA MARIUXI FLORES FIALLOS MSc.

Riobamba – Ecuador

2021

**© 2021, María Gladys Yautibug Cepeda**

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

Yo, MARÍA GLADYS YAUTIBUG CEPEDA, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

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

Riobamba, 6 de diciembre de 2021.



**María Gladys Yautibug Cepeda**

**060503854-6**

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

El tribunal de trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo Proyecto de Investigación **ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DE CÁSCARAS DE YUCA (*Manihot esculenta*) PARA LA ENVOLTURA DE ALIMENTOS** realizado por la Srta. **MARÍA GLADYS YAUTIBUG CEPEDA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros de Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

**FIRMA**

**FECHA**

Dra. Nancy Cecilia Veloz Mayorga MSc.  
**PRESIDENTA DEL TRIBUNAL**

2021 - 12 - 06

Ing. Linda Mariuxi Flores Fiallos, MSc.  
**DIRECTORA DE TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

2021 - 12 - 06

Ing. Hanníbal Lorenzo Brito Moina, PhD.  
**MIEMBRO DE TRIBUNAL**

2021 - 12 - 06

## **DEDICATORIA**

La dedico primeramente a Dios ya que ha sido mi guía en todo momento, después a mis padres José y Tránsito por darme la vida y ser el motor e impulsar hacia todas mis metas, a mi amado esposo David por su sacrificios y esfuerzo por darme una carrera para nuestro futuro y por creer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos muy difíciles siempre ha brindado su apoyo, comprensión, también la dedico a mi hermano Alfredo que está en el cielo que siempre me ayudó con sus consejos hasta lograr mi meta.

*Gladys*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme la vida, salud, bendición y gracias por permitirme llegar con éxito a la culminación de mi carrera.

A mi Padre José y Madre Tránsito y también a mis hermanas y hermanos y a toda mi familia muchas gracias por su apoyo incondicional.

A mi amado esposo David Parco muchas gracias por su apoyo incondicional y brindarme cariño, amor y comprensión.

A mi tutora Ing. Linda Flores mi sincera gratitud por su valiosa colaboración y asesoramiento durante el desarrollo y culminación de la presente tesis gracias por todos los conocimientos impartidos y cada una de sus palabras

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por los conocimientos brindados.

***Gladys***

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

## CAPÍTULO I

<b>1. Marco teórico referencial.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Antecedentes.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2. Bases teóricas.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2.1. Productos agrícolas.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2.2. Tubérculos.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2.3. Yuca.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2.3.1. Descripción del cultivo.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2.3.2. Zonas de cultivo.....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.3.3. Valor nutritivo de la yuca amarilla.....</b>	<b>8</b>
<b>1.2.3.4. Cáscara de la yuca.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2.3.5. Usos de la cáscara de yuca.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2.3.6. Almidón.....</b>	<b>10</b>
<b>1.2.3.7. Amilosa.....</b>	<b>10</b>
<b>1.2.3.8. Amilopectina.....</b>	<b>11</b>
<b>1.2.3.9. Propiedades estructurales del almidón.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2.3.10. Usos del almidón.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2.3.11. Método de extracción del almidón.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2.3.12. Residuos.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2.4. Bioplásticos.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2.4.1. Clasificación de bioplásticos según su origen.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2.4.2. Bioplásticos de origen natural.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2.4.3. Bioplásticos naturales modificados.....</b>	<b>14</b>
<b>1.2.4.4. Polímeros sintéticos.....</b>	<b>14</b>
<b>1.2.4.5. Polímeros sintetizados por microorganismos.....</b>	<b>14</b>
<b>1.2.5. Plásticos.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2.5.1. Tipos de plásticos.....</b>	<b>15</b>

1.2.5.2.	<i>Bioplásticos en la envoltura de alimentos</i> .....	16
1.2.5.3.	<i>Plastificantes, aditivos</i> .....	16
1.2.5.4.	<i>Agentes inhibidores de microorganismos</i> .....	17
1.2.5.5.	<i>Glicerina</i> .....	17
1.2.5.6.	<i>Ácido acético</i> .....	17
1.2.5.7.	<i>Agua destilada</i> .....	18
1.3.	<b>Bases Conceptuales</b> .....	18
1.3.1.	<i>Residuos biodegradables</i> .....	18
1.3.2.	<i>Biopolímero</i> .....	18
1.3.3.	<i>Biodegradabilidad</i> .....	18
1.4.	<b>Base Legal</b> .....	19

## CAPÍTULO II

2.	<b>METODOLOGÍA</b> .....	20
2.1.	<b>Tipos de investigación</b> .....	20
2.1.1.	<i>Según el método de investigación</i> .....	20
2.1.2.	<i>Según el objetivo de investigación</i> .....	20
2.1.3.	<i>Según el nivel de profundización en el objeto de estudio</i> .....	20
2.1.4.	<i>Según la manipulación de variables</i> .....	20
2.1.5.	<i>Según el tipo de inferencia</i> .....	20
2.1.6.	<i>Según el periodo temporal</i> .....	21
2.2.	<b>Diseño de la investigación</b> .....	21
2.3.	<b>Planteamiento de la hipótesis</b> .....	22
2.3.1.	<i>Matriz de consistencia</i> .....	22
2.3.2.	<i>Operacionalización de las variables</i> .....	23
2.4.	<b>Localización del estudio</b> .....	25
2.4.1.	<i>Población de estudio</i> .....	25
2.4.2.	<i>Tamaño de la muestra</i> .....	25
2.4.3.	<i>Método de muestreo</i> .....	25
2.4.4.	<i>Lugar de la realización</i> .....	25
2.5.	<b>Análisis estadístico inferencial</b> .....	26
2.5.1.	<i>Diagrama de flujo de la extracción del almidón de la cáscara de la yuca</i> .....	26
2.5.2.	<i>Formulaciones</i> .....	28
2.5.3.	<i>Caracterización físico, químico y microbiológico del almidón de la cáscara de la yuca</i> .....	28
2.5.4.	<i>Elaboración del bioplástico</i> .....	29



2.5.5.	<i>Caracterización del bioplástico obtenido</i> .....	30
2.5.5.1.	<i>Medición del Espesor</i> .....	30

### CAPÍTULO III

3.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	33
3.1.	<b>Resultados de la extracción del rendimiento almidón según el diseño factorial 2<sup>2</sup></b> .....	33
3.2.	<b>Resultados de análisis físico, químico y microbiológico de almidón</b> .....	38
3.3.	<b>Resultados del ensayo de caracterización de bioplásticos físicos, mecánicos</b> .....	46
3.4.	<b>Resultado de la aplicación del bioplástico cubierta en el producto frutilla</b> .....	52
3.5.	<b>Prueba de hipótesis</b> .....	53
3.5.1.	<i>Determinación del bioplástico elaborada con aditivos y plastificante para la envoltura de alimentos</i> .....	53
3.5.2.	<i>Determinación de la extracción óptima del almidón por el método vía húmeda según el diseño factorial 2<sup>2</sup></i> .....	53
3.5.3.	<i>Determinación del tiempo y la revolución para obtener mayor cantidad de almidón</i> .....	53
3.5.4.	<i>Determinación de la formulación del bioplástico según el diseño factorial 2<sup>2</sup></i> .....	54
3.5.5.	<i>Determinación de la efectividad del bioplástico en la envoltura de alimentos</i> .....	54
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	55
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	56
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Regiones de producción de yuca en toneladas en cada provincia .....	7
<b>Tabla 2-1:</b>	Valor nutritivo y composición química de la yuca.....	8
<b>Tabla 3-1:</b>	Características de almidón de la cáscara de la yuca .....	10
<b>Tabla 4-1:</b>	Diferencia entre plásticos convencionales y los bioplásticos.....	19
<b>Tabla 1-2:</b>	Diseño factorial 2 <sup>2</sup> para la extracción del almidón de la cáscara de la yuca amarilla.....	21
<b>Tabla 2-2:</b>	Identificaciones de variables de extracción del almidón y formulación de bioplástico .....	21
<b>Tabla 3-2:</b>	Matriz de consistencia para la elaboración de los bioplásticos .....	22
<b>Tabla 4-2:</b>	Operacionalización de la variable independiente de la extracción del almidón y la formulación del bioplástico. ....	23
<b>Tabla 5-2:</b>	Operacionalización de la variable dependiente de la extracción del almidón y la formulación del bioplástico .....	24
<b>Tabla 6-2:</b>	Técnicas de recolección de datos .....	25
<b>Tabla 7-2:</b>	Materiales, reactivos y equipos .....	26
<b>Tabla 8-2:</b>	Procedimiento para realizar la caracterización del almidón.....	28
<b>Tabla 9-2:</b>	Procedimiento a seguir para determinar la humedad del bioplástico. ....	30
<b>Tabla 1-3:</b>	Datos para realizar la extracción del almidón de la cáscara de la yuca amarilla .....	33
<b>Tabla 2-1:</b>	Resultados de rendimiento del almidón de la cáscara de la yuca amarilla.....	33
<b>Tabla 3-3:</b>	Resultados de análisis de varianza de la extracción del almidón. ....	34
<b>Tabla 4-3:</b>	Análisis de resultados según la prueba Tukey.....	37
<b>Tabla 5-3:</b>	Datos obtenidos de la caracterización del almidón de la cáscara de yuca amarilla.....	38
<b>Tabla 6-3:</b>	Datos obtenidos de la caracterización del producto .....	39
<b>Tabla 7-3:</b>	Resultados obtenidos de la formulación del bioplástico .....	40
<b>Tabla 8-3:</b>	Datos obtenidos de la medición de espesor, peso del bioplástico .....	41
<b>Tabla 9-3:</b>	Formulaciones planteadas con base al diseño factorial 2 <sup>2</sup> .....	42
<b>Tabla 10-3:</b>	Resultado de análisis de varianza de la formulación.....	42
<b>Tabla 11-3:</b>	Análisis de resultados según la prueba Tukey.....	45
<b>Tabla 12-3:</b>	Resultados obtenidos del espesor del bioplástico.....	46
<b>Tabla 13-3:</b>	Resultados obtenidos de la caracterización del bioplástico.....	47
<b>Tabla 14-3:</b>	Datos obtenidos de la biodegradación del bioplástico en el suelo.....	48
<b>Tabla 15-3:</b>	Resultados de la biodegradación del bioplástico en el suelo.....	48
<b>Tabla 16-3:</b>	Datos obtenidos de la biodegradación del bioplástico en el agua .....	49

<b>Tabla 17-3:</b>	Resultados obtenidos de la biodegradación del bioplástico en el agua .....	49
<b>Tabla 18-3:</b>	Datos obtenidos de la biodegradación del bioplástico en el ambiente .....	50
<b>Tabla 19-3:</b>	Resultados obtenidos de la biodegradación del bioplástico en el ambiente .....	51
<b>Tabla 20-3:</b>	Resultados obtenidos del ensayo de tracción del bioplástico .....	52
<b>Tabla 21-3:</b>	Resultado de análisis sensorial de la frutilla cubierta con el bioplástico de la cáscara de la yuca amarilla.....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b>	Ejemplo de productos agrícolas .....	5
<b>Figura 2-1:</b>	Ejemplos de tubérculos .....	6
<b>Figura 3-1:</b>	La yuca .....	6
<b>Figura 4-1:</b>	Cáscaras de la yuca.....	9
<b>Figura 5-1:</b>	El almidón .....	10
<b>Figura 6-1:</b>	Estructura de la amilosa .....	11
<b>Figura 7-1:</b>	Estructura de amilopectina .....	11
<b>Figura 8-1:</b>	Estructura de termoplástico .....	15
<b>Figura 9-1:</b>	Estructura de elastómero .....	15
<b>Figura 10-1:</b>	Estructura de termoestable .....	16
<b>Figura 11-1:</b>	Alimentos envueltos con bioplástico.....	16
<b>Figura 12-1:</b>	Estructura química de glicerina .....	17
<b>Figura 13-1:</b>	Estructura química de ácido acético.....	18
<b>Figura 1-2:</b>	Laboratorio de investigación .....	25
<b>Figura 2-2:</b>	Diagrama de flujo para la extracción el almidón.....	27
<b>Figura 3-2:</b>	Diagrama para la elaboración del Bioplástico.....	30
<b>Figura 1-3:</b>	Gráfica de dispersión entre el rendimiento del almidón y la velocidad .....	35
<b>Figura 2-3:</b>	Gráfica de dispersión entre el rendimiento del almidón y tiempo de licuado ...	35
<b>Figura 3-3:</b>	De gráfica de rangos múltiples de Tukey entre el rendimiento del almidón y la velocidad .....	36
<b>Figura 4-3:</b>	De gráfica de rangos múltiples de Tukey entre el rendimiento del almidón y el tiempo de licuado .....	36
<b>Figura 5-3:</b>	Gráfica de rangos múltiples y 95% de Tukey de los 4 tratamientos .....	37
<b>Figura 6-3:</b>	Formulación del bioplástico .....	42
<b>Figura 7-3:</b>	Gráfica de dispersión entre peso y cantidad de almidón .....	43
<b>Figura 8-3:</b>	Gráfica de dispersión entre peso y cantidad de glicerina .....	43
<b>Figura 9-3:</b>	Gráfica de rangos múltiples de Tukey entre peso y cantidad de almidón .....	44
<b>Figura 10-3:</b>	Gráfica de rangos múltiples de Tukey entre el peso y la cantidad de glicerina.	44
<b>Figura 11-3:</b>	Gráfica de medias y 95% Tukey entre los 4 tratamientos de bioplástico. ....	45
<b>Figura 12-3:</b>	Frutilla cubierta con el bioplástico el antes y después.....	52

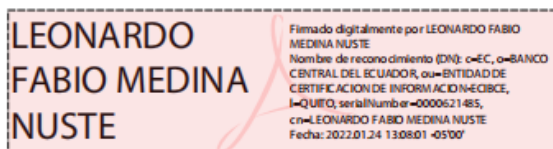
## **ÍNDICE DE ANEXOS**

- ANEXO A:** EXTRACCIÓN DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA YUCA AMARILLA
- ANEXO B:** CARACTERIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA YUCA AMARILLA
- ANEXO C:** ELABORACIÓN DEL BIOPLÁSTICO Y CARACTERIZACIÓN
- ANEXO D:** CARACTERIZACIÓN DEL BIOPLÁSTICO Y VERIFICAR LA EFICIENCIA EN ALIMENTO
- ANEXO E:** INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO DEL ALMIDÓN
- ANEXO F:** INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO DEL ALMIDÓN
- ANEXO G:** INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO DE TRACCIÓN
- ANEXO H:** INFORME DE RESULTADO DE FIBRA Y PROTEÍNA DE ALMIDÓN Y CÁSCARA DE YUCA AMARILLA
- ANEXO I:** INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL ALMIDÓN
- ANEXO J:** CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA

## RESUMEN

La finalidad de este trabajo investigativo fue la elaboración y caracterización de un bioplástico a partir de cáscaras de yuca (*Manihot esculenta*) para la envoltura de alimentos; para lo cual se extrajo y caracterizó el almidón de las cáscaras de la yuca amarilla para determinar diferentes formulaciones entre el almidón obtenido y los aditivos para obtener el bioplástico, posteriormente poder evaluar las propiedades físicas- mecánicas y verificar la efectividad de bioplástico obtenido para la envoltura de los alimentos. Esta investigación es cuantitativa, porque se determinó la cantidad obtenida del rendimiento de almidón, caracterización de almidón y del bioplástico, biodegradación donde se obtuvo datos específicos que permitió obtener un buen resultado para la envoltura de los alimentos, además esta investigación fue experimental ya que existen variables que se pueden manipular como la dependiente en la fase 1 de la extracción porcentaje de almidón y la independiente revolución por minuto y tiempo de triturado y en la fase 2 la dependiente: formulación de bioplástico y la independiente: cantidad de plastificante y cantidad de almidón que fueron manipuladas para tener una envoltura aceptable, según el tipo de inferencia es este trabajo de titulación es hipotético - deductivo, porque mediante las hipótesis planteadas en la investigación se verificó si se acepta o rechaza la hipótesis. Se concluye que el bioplástico obtenido a partir de la cáscara de la yuca amarilla fue muy efectivo en la envoltura de alimentos manteniendo frescos y se recomienda socializar la información obtenida acerca de fácil elaboración del bioplástico a partir de la cáscara de la yuca y cuál es su ventaja para el medio ambiente.

**Palabras clave:** <QUÍMICA>, <BIOPLASTICOS>, <CÁSCARA DE YUCA>, <ALMIDÓN DE YUCA>, <ENVOLTURA DE ALIMENTOS>, < YUCA (*Manihot esculenta*) >.



0104-DBRA-UTP-2022

## SUMMARY

The purpose of this research work was the elaboration and characterization of a bioplastic from cassava shells (*Manihot esculenta*) for food wrapping; for which the starch was extracted and characterized from the shells of the yellow cassava to determine different formulations between the starch obtained and the additives to obtain the bioplastic, later to be able to evaluate the physical-mechanical properties and verify the effectiveness of bioplastic obtained for the wrapping of food. This research is quantitative, because the amount obtained from the starch yield, starch and bioplastic characterization was determined, biodegradation where specific data was obtained that allowed to obtain a good result for the casing of food, in addition this research was experimental since there are variables that can be manipulated such as the dependent in phase 1 of the extraction percentage of starch and the independent revolution per minute and time of crushed and in phase 2 the dependent: bioplastic formulation and the independent: amount of plasticizer and amount of starch that were manipulated to have an acceptable envelope, according to the type of inference is this titration work is hypothetical - deductive, because through the hypotheses raised in the research it was verified if the hypothesis is accepted or rejected. It is concluded that the bioplastic obtained from the shell of yellow cassava was very effective in the wrapping of food keeping fresh and it is recommended to socialize the information obtained about the easy elaboration of bioplastic from the shell of cassava and what is its advantage for the environment.

**Keywords:** CHEMISTRY, BIOPLASTICS, CASSAVA PEEL, CASSAVA STARCH, FOOD WRAP, CASSAVA (*Manihot esculenta*).

EDISON  
RENATO  
RUIZ  
LOPEZ



Firmado  
digitalmente por  
EDISON RENATO  
RUIZ LOPEZ  
Fecha: 2022.01.28  
10:07:43 -05'00'

## **INTRODUCCIÓN**

Los plásticos fueron inventados hace 60 años aproximadamente, desde ahí inició grandes progresos en el campo de su producción, una de las características es su durabilidad, lo cual contribuye a una gran desventaja debido a que persiste largo tiempo y contamina al ambiente. Los desperdicios en el ambiente se ha convertido en desechos más grandes que destruyen a los mares, océanos, ríos y suelo, e incluso afecta a la salud de los seres humanos, así llevando a la terminación del planeta (Sarria V, 2016).

Debido a la problemática en la actualidad se origina muchas investigaciones, con el objetivo de obtener un plástico biodegradable que conserve sus propiedades en la envoltura de alimentos. La materia prima para la obtención de bioplásticos la mayoría se encuentra en los tubérculos que son de origen vegetal. Mediante los métodos de obtención vía húmeda y vía seca se extrae el almidón, una vez obtenido se elaboró a base de almidón de cáscara de la yuca amarilla, (Román et al. 2015 p.355).

El bioplástico elaborado a partir de almidón de la cáscara de la yuca comparte las características con los plásticos convencionales que está fabricado a base del petróleo, la diferencia está en su biodegradabilidad que tarda menos tiempo, ya que posee un beneficio para poder disminuir el impacto ambiental (Ruiloba et al. 2018).

### **Planteamiento del problema**

Los plásticos son una de las corrientes de residuos, comienza con mayor interés en estos últimos años debido, a su continuo crecimiento y sus efectos ambientales que estos provocan incluyendo la saturación en los botaderos y en los ecosistemas.

En la actualidad hay gran demanda sobre los alimentos como frutas, verduras que son desperdiciadas a causa de los embalajes que son hechos a partir de petróleo, ya que este material puede perjudicar a la salud y estos embalajes al utilizar y a la hora de desechar estos tardan en descomponer en miles de años y así dañando al medio ambiente.

### **Enunciado del problema**

Elaboración de un bioplástico a partir de cáscara del almidón de yuca (*Manihot esculenta*) para la envoltura de alimentos.



## **Formulación del problema**

¿Se elaborará un bioplástico que reemplazaría de forma muy eficiente al plástico convencional en la envoltura de alimentos a partir de la cáscara de la yuca amarilla?

## **Justificación**

Los bioplásticos realizados a partir de almidones que son extraídos de diferentes tubérculos son muy importantes porque reduce la contaminación del ambiente. Para ello se utilizó la cáscara de la yuca amarilla porque se ha visto factible en el desarrollo del bioplástico, ya que contiene un 18% de almidón, la cual sustituirá los plásticos de origen de petróleo que se utilizará en la envoltura de alimentos, manteniendo así sus características físicas, organolépticas y mejorando así la comercialización.

La yuca es un tubérculo que se siembra principalmente en países tropicales como en: América, Asia y África, se origina de la familia euforbiáceas. Existen variedades de la yuca una de ellas en Ecuador la yuca amarilla en región amazónica se siembran cantidades grandes, una vez consumidas la yuca, la cáscara se utiliza en la obtención de bioplástico (Sanchez T, 2007).

El desarrollo de este proyecto se realizará en la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en Laboratorio de Investigación conjuntamente con el grupo de Investigación Ambiental y Desarrollo de la ESPOCH (GIADE), como aporte al proyecto de investigación “OBTENCIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DE LOS PRODUCTOS AGRICOLAS DEL ECUADOR”, aprobado con resolución administrativa No.002-ESPOCH-2020 del Plan Operativo Anual de la ESPOCH, con fecha de inicio del 2020/01/07 y fecha de finalización 2022/11/04 de la convocatoria 2019.

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

Elaborar y caracterizar un bioplástico a partir de cáscaras de yuca (*Manihot esculenta*) para la envoltura de alimentos

### ***Objetivos Específicos***

- Extraer y caracterizar el almidón de las cáscaras de la yuca amarilla (*Manihot esculenta*)
- Determinar diferentes formulaciones entre el almidón obtenido y los aditivos para obtener un bioplástico.

- Evaluar las propiedades físicas- mecánicas de los bioplásticos
- Verificar la efectividad de bioplástico obtenida en la envoltura de los alimentos

## CAPÍTULO I

### 1. Marco teórico referencial

#### 1.1. Antecedentes

La presente investigación se basa en la revisión de artículos científicos, science direct, Google académico, y trabajos relacionados con los bioplásticos que emplean derivados de recursos renovables.

Los plásticos fueron inventados hace 60 años aproximadamente y desde ahí se ha hecho grandes avances en el campo de sus aplicaciones, una de las características de este polímero es su durabilidad, lo cual constituye una gran desventaja debido a que en el ambiente persiste durante largo tiempo, así ocupando espacio en los rellenos sanitarios y durante la incineración emana gases. Anteriormente se han hecho grandes esfuerzos para elaborar un polímero biodegradable con el fin de remplazar a los polímeros convencionales en aplicaciones como: bolsas para la basura y empaques para los alimentos (Vargas E, 1998 p.19).

El cultivo de la yuca originario de Sudamérica y presente en las regiones tropicales es considerado como segundo en importancia para la industria de almidón, las raíces de la planta constituyen el tubérculo compuesto por el centro carnoso que presenta un 85% de su peso total y el resto es formado por una cáscara más fibrosa y dura. Las cáscaras de la yuca tienen potencial para ser usado como combustible y el procesamiento de este rubro agrícola genera desechos sólidos con alto nivel de almidón y materiales lignocelulósicos con potencial para ser usado como sustrato para la producción de biocombustibles, biogás, entre otras (Flores G, García Suárez y Flores Huicochea 2005).

La cáscara de la yuca es considerada como materia prima en la obtención de bioplásticos. El almidón obtenido se empleó para la elaboración de plásticos biodegradables, al mezclarlos con quitosano y sorbitol como plastificante, notando variaciones en las propiedades mecánicas, en dependencia de las formulaciones. En otras obtenciones del bioplástico, se han perfeccionado las propiedades mecánicas del material al reforzarlo con celulosa microcristalina, plastificante, lubricación, humectación (Kesler J, 2010 p.162).

La presente investigación tiene como objetivo, obtener un bioplástico a base de almidón extraído de la cáscara de plátano. El proyecto consiste en la extracción del almidón que está presente en las cáscaras de plátano las cuales son consideradas residuos agrícolas, y se utiliza como materia prima para la producción de bioplástico (Bejarano N, 2018 p.60).

La extracción del almidón se inició con el rayado del endocarpio desechándose el exocarpio una vez obtenido el rayado se procedió a su inmersión en una solución anti-pardeante concentrado de jugo cítricos. Luego comenzó, con la elaboración del bioplástico y la gran parte de las

investigaciones realizadas sobre estos biomateriales en los últimos años se han concentrado de reducir costos de producción aumentar la productividad utilizando diversas estrategias (Bejarano N, 2018 p.60).

## **1.2. Bases teóricas**

### **1.2.1. Productos agrícolas**

Es la denominación genérica de cada uno de los productos de la agricultura y la actividad humana que obtiene materias primas de origen vegetal a través del cultivo. Aunque una parte puede destinarse alguna industria que le aporte un valor agregado Ejemplo: El algodón que se vende al sector textil. Las regiones que más cultivos agrícolas tienen son: Costa, Sierra, Amazonia Ejemplos: trigo, arroz, maíz, soja, papa, yuca, cebada (Jimenez M, 2013 p.8).



**Figura 1-1:** Ejemplo de productos agrícolas

**Fuente:** (Jimenez M, 2013 p.8).

### **1.2.2. Tubérculos**

Son un tipo de tallos engrosados; que crece debajo de la superficie del suelo, se originan por la necesidad que tienen ciertas plantas por acumular sustancias de reserva, formadas principalmente por almidón. Actualmente la producción de tubérculos andinos se encuentra concentrada en la región andina de Ecuador, crecen en zonas cálida, templada y fría ejemplos: papa, melloco, camote, jícama, oca, mashua y yuca. (Bonete M, 2016 p.39).



**Figura 2-1:** Ejemplos de tubérculos

Fuente: (Bonete M, 2016 p.39).

### 1.2.3. Yuca

La Yuca (*Manihot esculenta*) es una planta de América Tropical que puede alcanzar 1,5 m de altura, de tallo leñosos muy ramificado, corteza hendida de color marrón rojizo, hojas verdes, largas, finas, rígidas y punzantes, agrupadas en la base del tronco o de las ramas, flores blancas y acampanadas, que nacen en grandes espigas terminales, fruto en baya colgante, carnoso y amarillo; la raíz es un tubérculo comestible, tanto para el humano y como para el consumo animal, por el desconocimiento de sus propiedades es utilizada en un pequeño porcentaje para la obtención de almidón natural y otros usos industriales. (Sanchez T, 2007).



**Figura 3-1:** La yuca

Fuente: (Sanchez T, 2007).

#### 1.2.3.1. Descripción del cultivo

La planta es un arbusto que puede medir de 1.5 hasta 3 metros de altura son caracterizados porque presentan tallos leñosos ramas en la parte superior y parte media, las hojas están constituidas de 4 y 10 lóbulos, con peciolos largos 0,2 a 0,4 metros de color verde, rojo y púrpura. Las raíces son muy fibrosas, unas son utilizados por planta para la absorción de nutrientes, las otras engrosan

para el almacenamiento de los carbohidratos y así obtener el almidón (Merchan, Ballesteros, Jimenez y Medina, 2009).

### 1.2.3.2. Zonas de cultivo

El cultivo se desarrolla con precipitaciones que va desde 750 a 3000 mm dependiendo a la zona geográfica también varía las temperaturas que va desde 25° C a 30 ° C y con el fotoperiodo de 10 a 12 horas de la luz solar, el suelo debe tener un pH de 5,5 hasta 7.5(Hinostroza F, 2014).

Regiones productoras de la yuca en el Ecuador. Las principales zonas de producción de la yuca la mayor se encuentra en la región amazónica seguido en menor producción en la región sierra y la región costa a continuación se detalla en la tabla.

**Tabla 1-1:** Regiones de producción de yuca en toneladas en cada provincia

No.	Provincia	Producción t
1	Morona Santiago	17.253,83
2	Cotopaxi	12.964,75
3	Santo domingo de los Tsáchilas	16.811,40
4	Manabí	4.872,83
5	Pichincha	9.714,58
6	Loja	7.765,92
7	Los Ríos	10.040,42
8	Pastaza	2.755,83
9	Zamora Chinchipe	4.689,58
10	Esmeraldas	1.540,92
11	Orellana	1.287,25
12	Sucumbíos	473,00
13	El Oro	489,50
14	Guayas	581,75
15	Bolívar	139,17
16	Imbabura	366,42
17	Cañar	332,09
18	Azuay	101,58

19	Chimborazo	135,25
20	Santa Elena	92,60
21	Galápagos	55,00
22	Carchi	48,29
23	Tungurahua	22,00

**Fuente:** (Hinostroza F, 2014).

**Nota:** Producción de yuca en diferentes provincias

### 1.2.3.3. Valor nutritivo de la yuca amarilla

La yuca es considerada un alimento muy importante por la composición química que contiene este producto a continuación se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 2-1:** Valor nutritivo y composición química de la yuca

No.	Componente	Cantidad	Unidad
1	Proteína	3.1	G
2	Energía	141.00	Kcal
3	Hidratos de Carbono	26.90	g
4	Fibra	0.90	g
5	Vitamina A	21.00	µg ER
6	Vitamina B1	0.087	mg
7	Vitamina B2	0.0048	mg
8	Niacina	0.66	mg
9	Vitamina B6	0.30	mg
10	Vitamina C	48.20	mg
11	Vitamina E	0.19	mg
12	Calcio	62.00	mg
13	Fósforo	0.40	mg
14	Magnesio	26.90	mg
15	Hierro	0.31	mg
16	Potasio	764.00	mg
17	Sodio	14	mg
17	Grasa total	0.40	g

**Fuente:** (Jimenez M, 2013 p.6).

**Nota:** Composición química de 100g de la parte comestible y los componentes

#### 1.2.3.4. Cáscara de la yuca

Representa el 15 al 20% del peso total de la raíz, contiene mayor proporción de proteína, grasa, fibra y minerales que en la pulpa, también en la cáscara contiene azúcares y en su estructura lignocelulósica prevalece la celulosa en forma de almidones. La cáscara de la yuca se considera como materia prima potencial en la obtención de bioplásticos, el almidón allí presente se empleó para elaborar plásticos biodegradables, al combinar con quitosano y sorbitol como plastificante, notando variaciones en las propiedades mecánicas, en otras experiencias las propiedades mecánicas del material refuerzan con la glicerina y celulosa microcristalina (Muñoz S 2020 p.4).

#### 1.2.3.5. Usos de la cáscara de yuca

Las cáscaras de la yuca se utilizan para realizar bicomcombustible donde el almidón líquido se fermenta de dos a cuatro días con una levadura (*endomycopsis fibuligera*) y en otras veces con la bacteria (*Zymomonas mobilis*) (Flores G, García Suárez y Flores Huicochea 2005).

La harina de la cáscara de la yuca, contiene regulares niveles de carbohidratos solubles, por ello se lo considera como un insumo energético que puede reemplazar, en proporciones adecuadas a otros insumos más costosos, como el polvillo de arroz. La cáscara de yuca en base seca aporta un 2,20 mcal/kg de energía digestible para cerdos, 5,3% de proteína y niveles altos de fibra de 14%. Es deficiente en aminoácidos azufrados como la lisina de 0,1% y la metionina, cistina de 0,06%. Y los valores de calcio y fósforo de 0,90 y 0,30% (Muñoz S, 2020 p.10).



**Figura 4-1:** Cáscaras de la yuca

**Fuente:** (Sandoval L, 2020).



**Tabla 3-1:** Características de almidón de la cáscara de la yuca

No.	ALMIDÓN	
	Característica	
1	Olor	Inoloro
2	Sabor	Dulce y un poco quemado
3	Color	Blanco-amarillento
4	Textura	Granular

**Fuente:** (Ceballos H, 2002).

**Realizado por:** Yautibug Gladys, 2021.

**Nota:** Características organolépticas del almidón

#### 1.2.3.6. Almidón

Es de origen vegetal la misma que cuenta con gran aportación de hidratos de carbono y la reserva de energía que está presente en la naturaleza formando en diversos recursos que son renovables como los tubérculos, raíces, cáscaras y semillas de las plantas. Químicamente se denomina como un polímero de glucosa presente en forma granular en determinadas especies vegetales (Pérez R, 2017).

Molecularmente el almidón está formado por dos componentes la amilosa en forma lineal y la amilopectina que es ramificada. La obtención de almidón se puede realizar de varias maneras al ser muy versátil esta cuenta con una gran ventaja por su bajo costo de producción, y lo más importante es que el almidón se emplea como suplente de plásticos elaborados con derivados de petróleo. (Howatt & Cuadra, 2014).



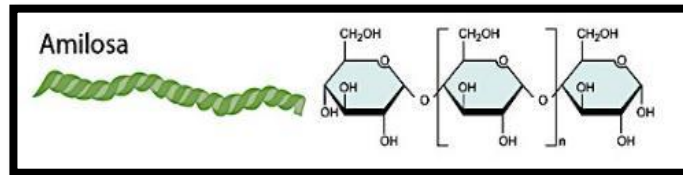
**Figura 5-1:** El almidón

**Fuente:** (Howatt & Cuadra 2014).

#### 1.2.3.7. Amilosa

Es un polímero compuesto por unidades de D- glucosa, unidas por el alfa (1,4) glucósidos, los cuales constituyen un 99% de la molécula mientras el enlace alfa (1,6) se encuentra en 1%, el

número de unidades varía entre diferentes tipos de almidones, pero generalmente se encuentran entre 1000 unidades de glucosa por molécula de amilosa, es una estructura lineal (Pérez R, 2017). La amilosa tiene la capacidad para formar un gel después de que el gránulo de almidón haya cocido. Esta propiedad es evidente en ciertos almidones como la yuca, maíz, arroz, trigo todos ellos se consideran con gelificantes (Pérez R, 2017).



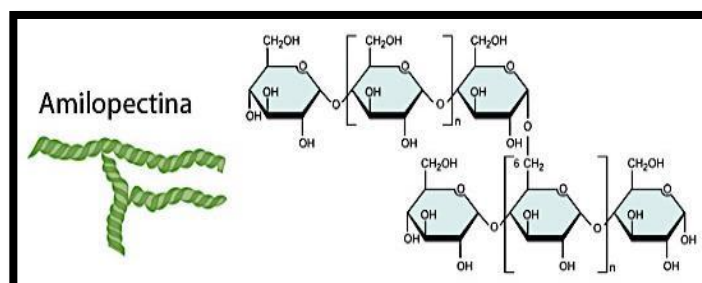
**Figura 6-1:** Estructura de la amilosa

Fuente: (Pérez R, 2017).

#### 1.2.3.8. Amilopectina

Es un polímero con alto peso molecular, altamente ramificado constituidas por unidades de glucosa enlazadas por alfa (1,4) pero con numerosas ramificaciones probablemente al azar por enlaces alfa (1,6) que forman los puntos de ramificación. La amilopectina es el componente mayoritario del almidón, se encuentra en una proporción de 70-80% en almidones normales, en ciertos casos alcanza el nivel hasta un 98-99%, este tipo de almidones son definidos como ceroso (Pérez R, 2017).

Su estructura composición y proporción en el gránulo contribuyen notablemente en las propiedades funcionales del almidón, por este motivo ha sido estudiada ampliamente en términos de su tamaño molecular, ramificación y longitud de cadenas externas e internas. La amilopectina presenta mayor peso molecular que la amilosa que se encuentra entre  $10^6$  a  $10^9$  Da estas variaciones dependen del origen botánico del almidón (Pérez R, 2017).



**Figura 7-1:** Estructura de amilopectina

Fuente: (Pérez R, 2017).

#### 1.2.3.9. *Propiedades estructurales del almidón*

Formados por la amilosa y amilopectina que están constituidas por varias unidades de glucosa, la amilosa tiene una estructura lineal, mientras la amilopectina es una estructura ramificada, estos dos componentes son esenciales en la elaboración de bioplásticos (Pérez R, 2017).

#### 1.2.3.10. *Usos del almidón*

- **Industria textil:** Se utilizan como encolante de la urdimbre, aprestado y estampado de tejidos, en la lavandería se lo utiliza para almidonar tejidos blancos, darles dureza y para restaurar la apariencia de las prendas de vestir.
- **Industria alimentaria:** Se utilizan principalmente como aditivos para algunos de los alimentos, es un estabilizante de espumas, conservantes para el pan, aglutinante, gelificante (Muñoz S, & Riera M, 2020).
- **Industria farmacéutica:** Se utiliza como agente de dispersión de polvo como ligante del ingrediente activo de tabletas y productos medicinales, en la cosmética usan como espolvorante el polvo fino se utiliza en la elaboración de polvos faciales finos (Muñoz S, & Riera M, 2020).
- **Industria de papel:** Se utiliza como adhesivo su función es servir como aglomerante de los componentes que forman el papel, fibra, celulósica y rellenos, formando así una capa superficial que reduce la pelusa y aumenta la resistencia mecánica del papel, su durabilidad (Muñoz S, & Riera M, 2020).

#### 1.2.3.11. *Método de extracción del almidón*

- **Vía húmeda:** Consiste en seleccionar la materia prima y remojar unas horas, después para lavarlo y pelarlo y después tritarlo y poner en tachos grandes hasta obtener en dos fases, el almidón que queda se lava con bastante agua para que limpie las impurezas y esperar hasta que sedimente de nuevo para eliminar el agua, al final hacer secar al ambiente, posteriormente se llevó a la molienda y al último con el tamiz separar el almidón. El costo de producción es muy barato. Este método se le aplicó en la extracción de almidón de la cáscara de la yuca amarilla y así obtener mayor cantidad de almidón (Bejarano N, 2018).
- **Vía seca:** Consiste en seleccionar primero la materia prima, después se procede al lavado y pelado al producto, la cual ayudará a eliminar tierra y toda clase de impurezas que puede existir, posteriormente se procederá al proceso de secado, una vez que esté bien seca, el producto se lleva al proceso de molienda así obteniendo una harina para posterior realizar el tamizado y así obtener el almidón (Bejarano N, 2018).

#### *1.2.3.12. Residuos*

Los residuos vegetales se consideran desperdicios que estos no son consumidos por los seres humanos, ya que una cierta cantidad de ellos son consumidos por los animales, la mayor parte lo utilizan para el compost en el suelo, sin saber para qué nomas tiene utilidad ya no le dan en otros usos. Sin embargo, las cáscaras de la yuca cuando estén en mucha abundancia estos contaminan al ambiente, ya que a partir de estos desechos se considera como materia prima y mediante varios procesos se obtiene almidones que estos servirán para la elaboración de bioplásticos (Rodríguez et al., 2016).

#### *1.2.4. Bioplásticos*

Son denominados bioplásticos (BPL) los plásticos elaborados parcialmente o por completo de polímeros de materiales provenientes de fuentes renovables. Una característica fundamental de los BPL es la biodegradabilidad lo que implica degradación y destrucción por la acción de los hongos y bacterias, bajo condiciones ambientales determinadas. Según la norma global nos indica que el material biodegradable se degrada entre los 28 y 60 días en medio húmedo; en compostaje, medio seco dura entre los 90 días (Mendez P, 2009).

En la actualidad el término bioplástico se usa para referenciar diferentes tipos de biopolímeros según composición o su destino final. Una de las macromoléculas más utilizadas para la producción de plásticos biodegradables es el almidón, debido a su disponibilidad en productos como la yuca, banano, entre otras que es altamente cultivada a nivel mundial y a bajo costo (Jiménez y Martínez, S. y Robles 2015).

##### *1.2.4.1. Clasificación de bioplásticos según su origen*

##### *1.2.4.2. Bioplásticos de origen natural*

Se extraen de vegetales, animales marinos y también de las bacterias como son la celulosa, almidón, polisacáridos, proteínas, quitina (Labeaga A, 2018).

- **Quitina:** Es un polisacárido que se encuentra ampliamente en la naturaleza, su estructura molecular poseen propiedades mecánicas que permiten a la formación de fibras películas biodegradables, este polisacárido encontramos en el exoesqueleto, crustáceos de animales y también en las estructuras internas de algunos invertebrados (Laréz C, 2006).
- **Quitosano:** Es un polisacárido lineal de compuesto de cadenas distribuidas aleatoriamente de beta 1.4 D-glucosamina y N-acetil-D-glucosamina, se encuentra en estado natural en las paredes celulares de algunos hongos. Su principal fuente de producción es la hidrólisis de la

quitina en medio alcalino, dentro de la composición química de este compuesto permite que sea un buen bioadhesivo y biodegradable las enzimas como la quitinasas y la lisozimas ayudan a la degradación (Laréz C, 2006).

- **Proteínas:** Son biopolímeros que están formados por gran número de unidades estructurales repetitivas; posee tamaño grande; en un disolvente apropiado las moléculas se dispersan formando dispersiones coloidales (Guadalupe L, 2016).

#### 1.2.4.3. *Bioplásticos naturales modificados*

Se extraen principalmente de acetato de celulosa que se obtiene modificando la estructura original de la celulosa y sustituyendo los grupos hidroxilos que existe en los anillo moleculares por grupos nitro, tiene cierta flexibilidad al añadir un plastificante (Torres O, 2012).

#### 1.2.4.4. *Polímeros sintéticos*

Se utilizan los más principales como el ácido poliláctico y la policaprolactona debido a su fácil obtención, procesabilidad, versatilidad también porque es muy económica (Labeaga A, 2018).

- **Ácido poliláctico:** Es un biopolímero termoplástico biodegradable que es producido a partir de ácido láctico, un producto natural, que se obtiene por la fermentación de las fuentes renovables. Existe diversas aplicaciones y también presenta un amplio rango de propiedades desde el estado amorfo hasta el estado cristalino, propiedades que pueden lograrse manipulando las mezclas entre isómeros D (-) y L (+), el peso molecular y la copolimerización (Zuluaga F, 2013).
- **Policaprolactona:** Es un poliéster semicristalino y biodegradable que proviene del petróleo. Su degradación ocurre en primera instancia por vía hidrolítica y después los productos son degradados enzimáticamente por gran variedad de microorganismos presentes (Echeverría S, 2014).

#### 1.2.4.5. *Polímeros sintetizados por microorganismos*

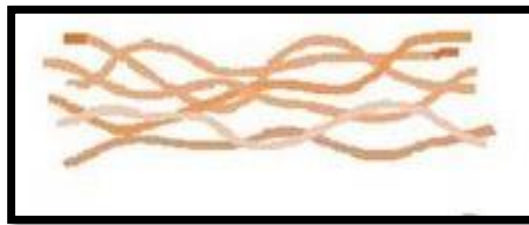
**Polihidroxibutirato:** Pertenecen a la familia de los polihidroxicanoatos que son sintetizados por los microorganismos y constituyen un grupo de polímeros biodegradables de gran potencial biotecnológico, es insoluble en agua (Arregui F, 2019).

### 1.2.5. Plásticos

Son materiales sintéticos que son obtenidos mediante reacciones de polimerización a partir de derivados de petróleo (Durán V, Jorge P 2006).

#### 1.2.5.1. Tipos de plásticos

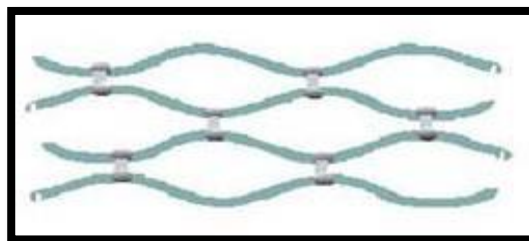
- **Termoplásticos:** Son polímeros que al calentarse a determinadas temperaturas se ablandan o se derriten después se permite su moldeabilidad en forma deseada, se forman y se fusionan y se solidifican cuando baja la temperatura, su estructura general puede ser lineal o ramificada con característica que son blandos y dúctiles (Guadalupe L, 2016 p.69).



**Figura 7-1:** Estructura de termoplástico

Fuente: (Guadalupe L, 2016 p.69).

- **Elastómeros:** Son polímeros que contienen cadenas con mucha flexibilidad, presentan dobles enlaces a lo largo de la cadena, son insolubles y su procesamiento es lento una de las características es que posee estructura muy elástica o flexible que les permiten someterse a grandes esfuerzos: silicona, caucho (Guadalupe L, 2016 p.70).

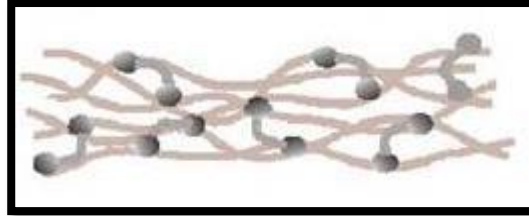


**Figura 8-1:** Estructura de elastómero

Fuente: (Guadalupe L, 2016 p.70).

- **Termoestables:** Son materiales sintéticos tratados para provocar un cambio en su estructura química, creando una red tridimensional. Una vez calentados y formados, no se puede volver a fundir y cambiar de forma como ejemplo tenemos a la baquelita. Conservan su fuerza y forma incluso cuando se calientan por eso son ideales para la producción de componentes

permanentes y grandes formas sólidas. Son resistentes y no se debilitan cuando aumenta la temperatura. Están formados por moléculas de cadena larga que esta entrecruzada, son moléculas de alto peso molecular con fuertes enlaces covalentes, al ser duros y rígidos a temperatura ambiente no se degradan fácilmente. Ejemplo poliuretanos, resinas (Guadalupe L, 2016 p.72).



**Figura 9-1:** Estructura de termoplástico

Fuente: (Guadalupe L, 2016 p.72).

#### 1.2.5.2. *Bioplásticos en la envoltura de alimentos*

El uso de los bioplásticos en los alimentos evita la pérdida y la ganancia de humedad que provoca una modificación en rigidez y la textura; los cambios químicos el olor, valor nutricional, color estos actúan como barrera contra el intercambio de gases que se influyen a la estabilidad química, microbiológica; su propiedad es que son moldeables y de baja densidad. Los bioplásticos ayudan a la conservación de alimentos manteniendo frescos y también es una alternativa de reducir la contaminación ambiental (Télles et al. 2013).



**Figura 10-1:** Alimentos envueltos con bioplástico

Fuente: (Télles et al., 2013).

#### 1.2.5.3. *Plastificantes, aditivos*

##### **A. Plastificantes**

“Es una sustancia que se añade al plástico para incrementar la flexibilidad y facilitar su transformación, también ayuda a reducir la viscosidad” (Beltrán M, & Marcilla A, 2011).

## B. Estabilizantes

Los estabilizantes son capaces de controlar los procesos durante la descomposición de los polímeros, además existen propiedades como la buena compatibilidad con el polímero, efectividad a bajas concentraciones (Beltrán M, & Marcilla A, 2011).

### Ejemplos:

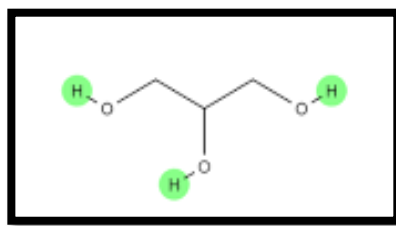
- Caseína
- Alginatos
- Carboximetilcelulosa sódica
- Gomas xantana

#### 1.2.5.4. Agentes inhibidores de microorganismos

Son utilizados para evitar el crecimiento de los microbios de la superficie del material, esto ayuda a que no se degrade rápidamente el bioplástico. También se utiliza el sorbato de potasio como aditivo antimicrobiano en los bioplásticos elaborados a partir del almidón (Ramsay B, 2012).

#### 1.2.5.5. Glicerina

Es un alcohol que contiene tres grupos hidroxilos; estos grupos ayudan a ser soluble en el  $H_2O$ . su consistencia es viscoso y transparente. Se lo utiliza en la formulación de los bioplásticos por sus propiedades plastificantes este proporcionó un buen comportamiento mecánico como la flexibilidad y resistencia a la rotura (Martinez R, 2019).



**Figura 11-1:** Estructura química de glicerina

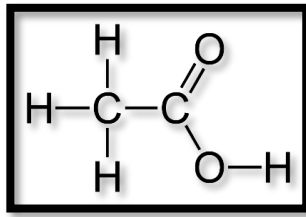
Fuente: (Martinez R 2019).

#### 1.2.5.6. Ácido acético

También se le conoce como el ácido etanoico, es un ácido orgánico de dos átomos de carbono. Este es un ácido que se encuentra en el vinagre. Es un líquido incoloro, es soluble en agua, alcohol, éter, glicerina, acetona, benceno, y tetracloruro de carbono, realiza una papel muy



importante de acción conservadora gracias a su acidez no permite el crecimiento de los microorganismos y mantiene los alimentos frescos (Conde A, 2018).



**Figura 12-1:** Estructura química de ácido acético.

**Fuente:** (Conde A, 2018).

#### *1.2.5.7. Agua destilada*

Comúnmente es utilizada como un plastificante para lograr la desestructuración del almidón, es una de las mezclas para obtener almidones, y se utiliza con el objetivo de lograr, mejorar propiedades mecánicas y de barrera, el agua es el plastificante más abundante y más económico (Conde A, 2018).

### **1.3. Bases conceptuales**

#### *1.3.1. Residuos biodegradables*

Son aquellos residuos químicos o naturales que se descomponen fácilmente en el ambiente. En esta clasificación se encuentran las frutas, vegetales, resto de alimentos madera y otros residuos que pueden ser transformados en materia orgánica (Guerrero Z, 2019).

#### *1.3.2. Biopolímero*

El biopolímero está formado por macromoléculas que está presente en los seres vivos de origen vegetal como en la celulosa, colágeno entre otras (Castrejon D, 2012).

#### *1.3.3. Biodegradabilidad*

La norma ASTM D 5488-944 define la biodegradabilidad, como capacidad que tiene el material en descomponer en CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> y en componentes orgánicos; el mecanismo que predomina es la acción enzimática de microorganismos en general un bioplástico es biodegradable si su degradación resulta de la acción natural de microorganismos, bacterias, hongos y algas (López et al. 2010).

**Tabla 4-1:** Diferencia entre plásticos convencionales y los bioplásticos

<b>Plásticos Biodegradables</b>	<b>Plásticos convencionales</b>
La producción proviene de residuos de agroindustria	Para la producción utilizan los recursos no renovables
Su degradación es fácil y a corto plazo	Su degradación es difícil y es a largo plazo
Su biodegradación produce Oxígeno molecular y agua.	Su reciclado produce sustancias tóxicas y enfermedades
No contamina al ambiente	Contamina al ambiente

Fuente: (Torres O, 2012).

**Nota:** Cuadro de comparación entre plásticos biodegradables y los convencionales

#### **1.4. Base legal**

Que, el numeral 2.14 de la Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos no Peligrosos del Libro VI Anexo 6 del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental, establece los criterios para el manejo de los desechos sólidos no peligrosos, desde su generación hasta su disposición final, en dicha Norma los plásticos son considerados como desechos sólidos de barrido de calles (Constitución Política de la República del Ecuador 2008).

Que, el artículo 163 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, dispone que los desechos peligrosos deben ser envasados, almacenados y etiquetados, en forma tal que no afecte la salud de los trabajadores y al ambiente, como es el caso de plásticos en contacto o que hayan contenido productos considerados como peligrosos (Constitución Política de la República del Ecuador 2008).

Art. 1.- El presente Acuerdo Ministerial tiene como objeto introducir cambios fundamentales en la forma de consumir de las ecuatorianas y los ecuatorianos y en las formas de producción del sector plástico del país, mediante el fomento de: producción más limpia, eficiencia energética, responsabilidad social; bajo el principio de prevención y responsabilidad extendida. Instar en sus diferentes etapas de producción y consumo, a la reducción de los residuos, al incremento en la producción de materiales con la reutilización de residuos y el reciclaje de materiales que no dañen el ambiente o que al menos reduzcan su incidencia y permanencia en el entorno natural (Constitución Política de la República del Ecuador 2008).

Art. 2.- Las siguientes políticas generales para la producción, consumo, acondicionamiento y tratamiento de plásticos, serán de aplicación nacional para todos los integrantes de la cadena de producción y consumo de plásticos, así como para aquellos encargados de su tratamiento o disposición final bajo consideraciones técnicas (Constitución Política de la República del Ecuador 2008).

Art. 3.- Para efectos de interpretación técnico legal del presente acuerdo, se utilizará las siguientes definiciones: Acondicionamiento, actividad mediante la cual los residuos plásticos son sometidos a operaciones de selección, reducción de tamaño, limpieza y/o control de calidad, para su posterior transformación (Constitución Política de la República del Ecuador 2008).

## CAPÍTULO II

### 2. METODOLOGÍA

#### 2.1. Tipos de investigación

##### 2.1.1. *Según el método de investigación*

La investigación es cuantitativa, porque se determinó la cantidad obtenida del rendimiento de almidón, caracterización de almidón y de bioplástico, biodegradación donde se obtuvieron datos específicos que nos permitieron a obtener un buen resultado para la envoltura de los alimentos.

##### 2.1.2. *Según el objetivo de investigación*

La investigación es aplicada, porque tiene por objetivo resolver un problema, mediante los conocimientos adquiridos durante la etapa del estudio.

##### 2.1.3. *Según el nivel de profundización en el objeto de estudio*

Es una investigación descriptiva; donde se recopila toda la información de la elaboración del bioplástico con datos cuantificable para después ser utilizada en el análisis estadístico.

##### 2.1.4. *Según la manipulación de variables*

La investigación es experimental ya que existen variables que se pueden manipular como la dependiente en la fase 1 de la extracción porcentaje de almidón y la independiente revolución por minuto y tiempo de triturado y en la fase 2 la dependiente formulación de bioplástico y la independiente es la cantidad de plastificante y la cantidad de almidón que se puede manipular

##### 2.1.5. *Según el tipo de inferencia*

Es hipotética deductiva, mediante las hipótesis planteadas en la investigación verificamos si se acepta o rechaza la hipótesis.

### 2.1.6. Según el periodo temporal

Es una investigación longitudinal, donde se dará seguimiento al proceso de biodegradación del bioplástico y también el proceso con la fruta envuelta con el bioplástico en un determinado tiempo.

### 2.2. Diseño de la investigación

Es el conjunto de métodos y procedimientos utilizados para recopilar y analizar medidas de las variables especificadas en la investigación del problema. Para este estudio se aplica el diseño factorial  $2^k$  en el cual se determina 2 variables como son la velocidad y el tiempo, con 2 componentes cada uno que nos dio 4 tratamientos, mismos que se repiten 4 veces cada uno de ellos. (Gutiérrez H, 2008).

**Tabla 1-2:** Diseño factorial  $2^2$  para la extracción del almidón de la cáscara de la yuca amarilla

Variables de la extracción del almidón fase 1		
Revoluciones por minuto	Alta Baja	RPM A 45 segundos RPM A 60 segundos
Tiempo de trituración	45 segundos 60 segundos	RPM B 45 segundos RPM B 60 segundos

Fuente: (Gutiérrez H 2008).

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

Para la extracción del almidón de la cáscara de la yuca amarilla primero se planteó 2 variables como las revoluciones por minuto que son la velocidad alta y baja de la licuadora Oster y el tiempo de trituración que es de 45 y 60 segundos, teniendo así 4 tratamientos con 4 repeticiones cada una con total de 16 unidades.

**Tabla 2-2:** Identificaciones de variables de extracción del almidón y formulación de bioplástico

Fase 1. Extracción de almidón	Fase 2. Formulación del bioplástico
<i>Variable independiente fase 1</i> Revoluciones por minuto Tiempo de triturado	<i>Variable independiente fase 2</i> Porcentaje de almidón Cantidad de plastificante (glicerina)
<i>Variable dependiente fase 1</i> Extracción del almidón	<i>Variable dependiente fase 2</i> Formulación de bioplásticos

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

Para la elaboración del bioplástico del almidón de la cáscara de la yuca amarilla, se planteó 2 variables como son: la cantidad de almidón y la cantidad de plastificante como la glicerina, así teniendo 4 tratamientos con 4 repeticiones cada una con total de 16 unidades.

### 2.3. Planteamiento de la hipótesis

La calidad y cantidad de almidón obtenido a partir de las cáscaras de la yuca será el suficiente para la formulación de un bioplásticos.

#### 2.3.1. Matriz de consistencia

**Tabla 3-2:** Matriz de consistencia para la elaboración de los bioplásticos

<b>PROBLEMA:</b> ¿Se elaborará un bioplástico que reemplazaría de forma muy eficiente al plástico convencional en la envoltura de alimentos a partir de la cáscara de la yuca?		
<b>Objetivo General</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborar y caracterización de un bioplástico a partir de cáscaras de yuca (<i>Manihot esculenta</i>) para la envoltura de alimentos.</li> </ul>	
<b>Objetivos Específicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Extraer y caracterizar el almidón de las cáscaras de la yuca amarilla (<i>Manihot esculenta</i>)</li> <li>Determinar diferentes formulaciones entre el almidón obtenido y los aditivos para obtener un bioplástico.</li> <li>Evaluar las propiedades físicas- mecánicas de los bioplásticos</li> <li>Verificar la efectividad de bioplástico obtenida en la envoltura de los alimentos.</li> </ul>	
<b>Hipótesis General</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El bioplástico que se obtiene del almidón de la cáscara de la yuca amarilla (<i>Manihot esculenta</i>) elaborada con aditivos y plastificante como la glicerina será útil en la envoltura y conservación de los alimentos.</li> </ul>	
<b>Hipótesis Específicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mediante el uso del método vía húmeda es posible para la extracción del almidón de la yuca amarilla.</li> <li>El tiempo de triturado y la revolución por minuto ayudará en obtener la mayor cantidad de almidón.</li> <li>La cantidad de glicerina, y almidón, ayudará a obtener un bioplástico muy resistente.</li> <li>El bioplástico cubierto en el alimento mejorará su conservación en 7 días</li> </ul>	
<b>Variables</b>	<p style="text-align: center;"><b>Independiente fase 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Revoluciones por minuto</li> <li>Tiempo de licuado</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Indicadores</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Velocidad</li> <li>Temperatura</li> <li>Peso</li> </ul>
	<p style="text-align: center;"><b>Dependiente fase 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Extracción del almidón</li> </ul>	
	<p style="text-align: center;"><b>Dependiente fase 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Formulación del Bioplástico</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Indicadores</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Transparencia</li> <li>Resistencia</li> <li>Elasticidad</li> <li>Biodegradabilidad</li> <li>Espesor</li> <li>Tiempo de conservación</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Independiente fase 2</li> <li>Porcentaje de almidón</li> <li>Cantidad de plastificante</li> </ul>	

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

### 2.3.2. Operacionalización de las variables

**Tabla 4-2:** Operacionalización de la variable independiente de la extracción del almidón y la formulación del bioplástico.

VARIABLE	CONCEPTO	CATEGORIA	INDICADOR	INSTRUMENTO
<b>Independiente:</b>				
Tiempo de triturado	Se define como una magnitud que utiliza para medir la duración de un suceso.	Triturar la cáscara para extraer almidón	Temperatura	Cronómetro
Revoluciones por minuto (rpm)	Se define como la unidad de las frecuencias y se utiliza también para interpretar la velocidad.	Triturar en la licuadora las cáscaras de yuca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad alta (20.000 rpm)</li> <li>• Velocidad baja (6.800 rpm)</li> </ul>	Licuadora Oster
Cantidad de almidón	Es un biopolímero que está presente en la naturaleza formando en diversos recursos que son renovables como los tubérculos, raíces y semillas de las plantas, formado por dos componentes la amilosa y la amilopectina	Caracterizar el almidón	Peso	Balanza
Cantidad de plastificante (glicerina)	Es un alcohol con 3 grupos hidroxilo. Estos grupos le permiten ser soluble en agua. Tiene un aspecto de líquido incoloro viscoso.	Cantidad de glicerina	Volumen	Jeringa

**Realizado por:** Yautibug Gladys 2021.

**Tabla 5-2:** Operacionalización de la variable dependiente de la extracción del almidón y la formulación del bioplástico

<b>VARIABLE</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>CATEGORIA</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
<b>Dependiente</b>				
Extracción del almidón	La extracción del almidón se realiza de diferentes tubérculos, como la papa, yuca y entre otras, ya que reposa en la mayoría el almidón en forma natural.	Gránulos de Almidón	Textura	Tamiz
Formulación del Bioplástico	La formulación del bioplástico se realiza varias pruebas hasta obtener la ideal y la obtención se lo realiza de almidón de origen vegetal como los tubérculos.	Pruebas de Bioplástico	Espesor Biodegradabilidad Permeabilidad Solubilidad Humedad	Micrómetro Agua, Tierra Desecador y Balanza Shaker Balanza

**Realizado por:** Yautibug Gladys, 2021.

## 2.4. Localización del estudio

La obtención de las cáscaras de la yuca amarilla (*Manihot esculenta*) fueron en el mercado la Condamine de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo en áreas de tubérculos.

### 2.4.1. Población de estudio

La población para este estudio es considerada las cáscaras de la yuca (*Manihot esculenta*) que provino del mercado la Condamine.

### 2.4.2. Tamaño de la muestra

Se utilizó 300 g como muestra de cáscara de la yuca amarilla para la extracción del almidón

### 2.4.3. Método de muestreo

La muestra probabilística, es de tipo aleatoria simple ya que es tomada en el mercado la Condamine en el área de tubérculos.

**Tabla 6-2:** Técnicas de recolección de datos

No.	Técnica de recolección de datos	Instrumento
1	Recolección de información	Fuentes bibliográficas, artículos científicos, libros y revistas.
2	Recolección de datos y análisis de resultados	Los resultados obtenidos a nivel de laboratorio fueron tabulados en statgraphics y Excel.

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

### 2.4.4. Lugar de la realización



**Figura 1-2:** Laboratorio de investigación

Fuente: (Google Earth).



La investigación se realizó en la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en Laboratorio de Investigación.

**Tabla 7-2:** Materiales, reactivos y equipos

No.	Materiales	Reactivos	Equipos
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recipiente plástico con tapa</li> <li>• Cernidor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ácido acético</li> <li>• Glicerina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Licuadora</li> <li>• Cronómetro</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bandeja de vidrio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua destilada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desecador</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Varilla de agitación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almidón de cáscara de la yuca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanza analítica</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Probeta</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Termómetro</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mortero y pistilo</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hot plate</li> </ul>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Papel aluminio</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estufa con circulación de aire</li> </ul>
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caja Petri</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cámara fotográfica</li> </ul>
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espátula</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Micrómetro</li> </ul>
9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Breaker de 100 ml</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Shaker</li> </ul>
10			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centrifuga</li> </ul>
11			<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>

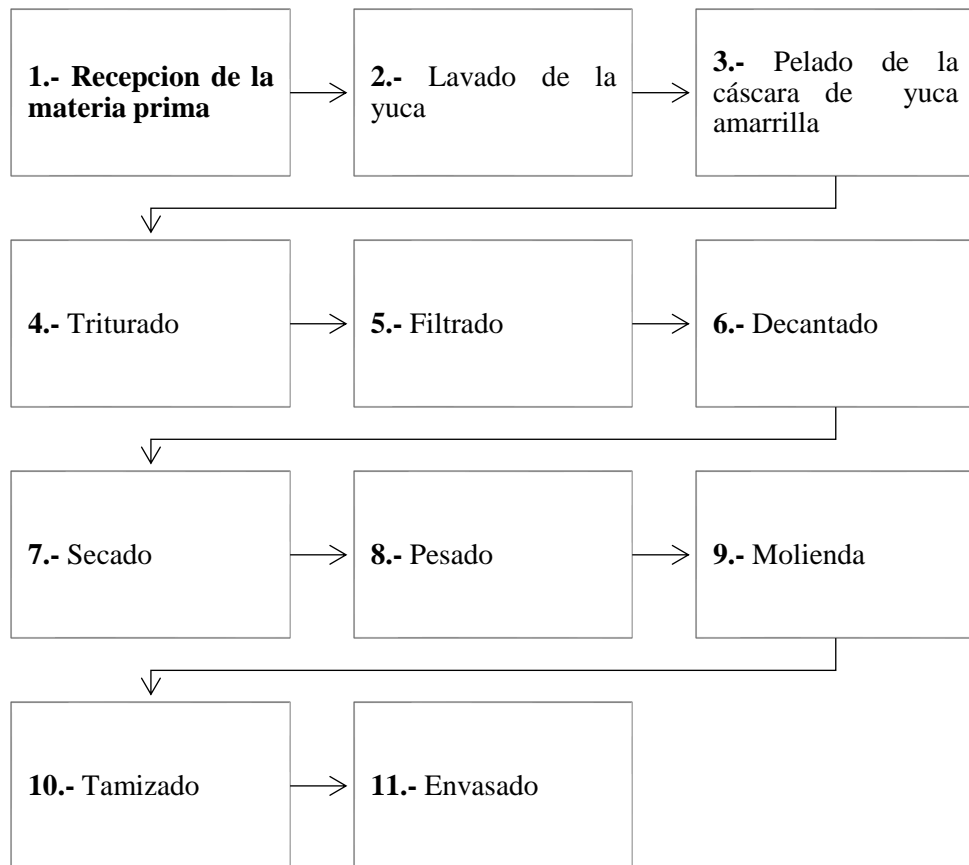
Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

## 2.5. Análisis estadístico inferencial

Los datos fueron recolectados en el programa Excel y tabulados en el programa statgraphics que se utilizó para realizar el análisis estadístico ANOVA e identificar si existe diferencias significativas en la extracción del almidón. Una vez realizado, el análisis se observó que la probabilidad es menor que el error de  $<0,05$  indicando que, si existe diferencias significativas, para cual se aplicó el test de Tukey para determinar entre que tratamiento se dan diferencias.

### 2.5.1. Diagrama de flujo de la extracción del almidón de la cáscara de la yuca

Para la extracción del almidón de la cáscara de la yuca se realizó en base al método de decantación natural descrito por (Violeta I et al. 2020). A continuación, se describe en el siguiente diagrama.



**Figura 2-2:** Diagrama de flujo para la extracción el almidón

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

- A. Recepción de la materia prima:** Se utilizó 2 sacos de yuca amarilla
- B. Lavado:** Se enjuaga completamente la yuca con la finalidad de que estén limpias para evitar daños.
- C. Pelado de la cáscara de yuca amarilla:** Se peló las cáscaras de la yuca amarilla para obtener el almidón.
- D. Triturado:** Se tritura la cáscara de la yuca juntamente con el agua y con la ayuda de la licuadora Oster.
- E. Filtrado:** Después el filtrado se lo realiza con una malla bien delgada.
- F. Decantado:** La muestra filtrada se pone en un envase y dejamos reposar durante 12 horas, después quitar el sobrenadante.
- G. Secado:** La muestra sedimentada se recolectó y colocó en las bandejas de aluminio y se deja secar a temperatura ambiente durante 72 horas.
- H. Pesado:** Después del secado del almidón obtenido de cada tratamiento se procedió a pesar.
- I. Molienda:** Se efectuó en el molino para que los tamaños de los gránulos de almidón se reduzcan a muy pequeños, después para tamizarlo.

**J. Tamizado:** El tamiz que se utilizó es la N.º 53, en la cual pasó el almidón de la cáscara de la yuca.

**K. Empacado:** Finalmente la muestra del almidón obtenido se lo colocó en una funda.

### 2.5.2. Formulaciones

Tomando como referencia el trabajo de investigación realizado por (Bejarano N, 2018). Para la formulación del bioplástico se aplicó el diseño factorial 2k, y las variables que se utilizó son: la cantidad del almidón y la cantidad de glicerina, teniendo así 4 tratamientos y 4 repeticiones cada uno con un total de 16 unidades.

### 2.5.3. Caracterización físico, químico y microbiológico del almidón de la cáscara de la yuca

Para la caracterización del almidón se utilizó la metodología de (Sanchez T, 2007) y las diferentes técnicas de distintos autores.

El porcentaje de amilosa se envió a analizar en Laboratorio de Servicios de Análisis e Investigación en Alimentos INIAP con el siguiente método MO-LSAIA-04 INIAP.

Para el análisis microbiológico, fibra y proteína, se realizó en el Laboratorio de Aguas con el método de (FAO, 2007), con la Ing. Gina Álvarez.

A continuación, se presenta el siguiente procedimiento de cada prueba realizada, en el Laboratorio de investigación.

**Tabla 8-2:** Procedimiento para realizar la caracterización del almidón

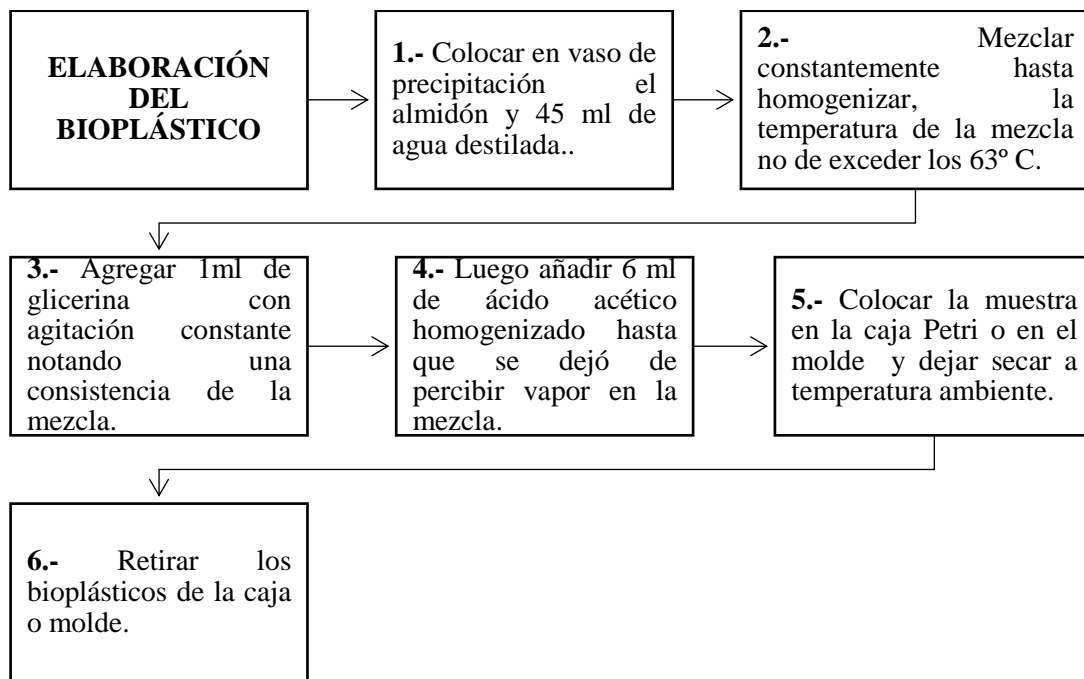
No.	Ensayo	Procedimiento	Forma de cálculo	NORMA
1	<b>Humedad</b> Cantidad de agua o vapor de agua que está presente en la superficie o el interior de un cuerpo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesar 5 gramos de almidón.</li> <li>• Pesar los crisoles vacíos tarados.</li> <li>• Introducir el almidón en el crisol.</li> <li>• Colocar en la estufa a 105 grados durante 24 horas.</li> <li>• Sacar y poner el desecador unos 15 minutos.</li> <li>• Pesar la muestra hasta tener un peso constante y hacer por triplicado.</li> </ul>	$\% \text{ humedad} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$	AOAC 2000
2	<b>Ceniza</b> Este método analítico proporciona una estimación mineral presente en la muestra del almidón.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocar en la mufla la muestra utilizada de la humedad a una temperatura de 550° C.</li> <li>• Sacar de la mufla cuando la muestra se tome de color gris y poner el desecador durante 30 minutos.</li> </ul>	$\% \text{ Ceniza} = \frac{\text{Peso de cenizas}(g) \times 100}{\text{Peso muestra}(g)}$	FAO 2007

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesar la muestra y hacerlo por triplicado.</li> </ul>		
3	<b>Viscosidad</b> De un gel de almidón por calentamiento indirecto es medida como una fuerza de torsión sobre una aguja rotante con una temperatura y velocidad constante.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesar 25 gramos de almidón.</li> <li>• Medir 500 ml de agua.</li> <li>• Colocar en un vaso de 1000ml y hacer hervir.</li> <li>• Sacar del fuego y enfriar hasta tener una temperatura de 25°C.</li> <li>• Medir la viscosidad.</li> </ul>		ISI 2002
4	<b>Índice de solubilidad</b> La determinación de este índice se mide aprovechando la capacidad de absorción de agua del gránulo de almidón.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesar 1,25 gramos de almidón.</li> <li>• Colocar en el tubo plástico el almidón.</li> <li>• Añadir al tubo 30 ml de agua.</li> <li>• Colocar los tubos en el baño maría a una temperatura de 60 °C durante 30 min.</li> <li>• Agitar la mezcla en 10 minutos y dejarlo en baño maría.</li> <li>• Sacar la muestra para centrifugar a 3000 rpm.</li> <li>• Sacar de cada tubo 10 ml de sobrenadante y poner en un vaso.</li> <li>• Colocar las muestras en la estufa durante 24 horas.</li> <li>• Pesar el vaso y la muestra y hacerlo por triplicado.</li> </ul>	$ISA = \frac{\text{Peso soluble}(g) \times V \times 10}{\text{Peso muestra}(g) \text{ bs}}$	FAO (Anderson et al., 1969)
5	<b>Temperatura de gelatinización</b> Los gránulos de almidón son insolubles en agua fría, cuando se calientan en solución a temperaturas altas alcanzan una temperatura específica en el cual inicia el hinchamiento de los gránulos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesar 5 gramos de almidón.</li> <li>• Medir 50 ml de agua.</li> <li>• Calentar agua en el reverbero hasta hervir.</li> <li>• Mezclar agua y almidón y agitar hasta tener una mezcla.</li> <li>• Introducir la mezcla en agua hirviendo y agitar hasta obtener un gel.</li> <li>• Medir la temperatura y realizar la prueba por triplicado.</li> </ul>		FAO (GRACE, 1997)
6	<b>pH</b> Es una medida de alcalinidad o acidez de una muestra.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesar 5 gramos de almidón.</li> <li>• Medir 25 ml de agua en una probeta.</li> <li>• Poner en agitación en shaker durante 30 minutos.</li> <li>• Dejar reposar durante 20 minutos.</li> <li>• Tomar el sobrenadante.</li> <li>• Medir el pH y realizar por triplicado.</li> </ul>		FAO 2007

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

#### 2.5.4. *Elaboración del bioplástico*

Para la elaboración del bioplástico se llevó a cabo con la metodología de (Mendoza et al., 2015) con los siguientes pasos que se muestra a continuación.



**Figura 3-2:** Diagrama para la elaboración del bioplástico

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

### 2.5.5. Caracterización del bioplástico obtenido

#### 2.5.5.1. Medición del espesor

El espesor, es grosor de un elemento que mide el ancho de la capa de un material, el bioplástico se midió utilizando el pie de rey digital, donde se determina de manera aleatoria 10 puntos en lugares al azar de cada muestra (Villegas, Parra y Ramajo, 2018).

**Tabla 9-2:** Procedimiento a seguir para determinar la humedad del bioplástico.

N	Ensayo	Procedimiento	Forma de cálculo	Método de ensayo
1	<b>Humedad</b> Cantidad de agua o vapor de agua que está presente en la superficie o el interior de un cuerpo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar la prueba por triplicado.</li> <li>Tarar las cápsulas</li> <li>Poner en el desecador unos 15 minutos</li> <li>Pesar la cápsula</li> <li>Colocar en la cápsula 1 gramo de bioplástico</li> <li>Colocar en la estufa a 105°C durante 24 horas</li> <li>Poner el desecador</li> <li>Pesar la muestra hasta obtener un peso constante</li> </ul>	$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} * 100$	Se utilizó la metodología de (Fuertes P, 2010)
2	<b>Solubilidad</b> Es la medida o magnitud que indica la cantidad máxima de soluto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar la prueba por triplicado.</li> <li>Cortar los bioplásticos de 2.5 x 2.5 y pesar</li> </ul>	$\% \text{ solubilidad} = \frac{\text{Peso inicial seco} - \text{peso final seco}}{\text{peso inicial seco}}$	Se utilizó la metodología de (Mahmoud et al. 2015) analisis gravimetrico.

	que puede disolverse en una cantidad determinada de solvente a una temperatura dada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Colocar en el frasco de plástico 80 ml de agua destilada</li> <li>Agregar los bioplásticos cortados en el frasco de agua y taparlos bien</li> <li>Colocar la muestra en shaker a 100 rpm durante 1 hora</li> <li>Sacar la muestra del frasco y poner el papel filtro</li> <li>Secar durante media hora en la estufa a 45°C y una hora en la estufa a 105°C</li> <li>Poner en el desecador unos 15 minutos</li> <li>Pesar el bioplástico hasta obtener el peso constante.</li> </ul>		
3	<p><b>Permeabilidad</b></p> <p>Es una medida de la facilidad con que un material puede ser penetrado por vapor de agua.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar la prueba por triplicado de cada tratamiento</li> <li>Activar la silica durante 24 horas</li> <li>Cortar los bioplásticos de 2.5 x 2.5 y pesar</li> <li>Colocar la silica en el tubo de ensayo hasta la ¾ parte</li> <li>Poner el bioplástico cortado en la boca del tubo con la silica y taparlo bien con la cinta y pesar.</li> <li>Preparar en un recipiente la solución salina saturada y poner dentro del desecador</li> <li>Colocar los tubos pesados y sellados al desecador</li> <li>Realizar los pesos cada una hora hasta cumplir las 6 horas.</li> </ul>	<p>Ecuación de la tasa de transmisión de vapor</p> $WVTR = \frac{\frac{g}{t}}{A}$ <p><b>Donde:</b>  <b>WVTR</b> = tasa de transmisión de vapor de agua  <b>g</b>= es la pérdida de peso  <b>t</b>= tiempo total en horas  <b>a</b>= área de permeabilidad</p> <p><b>Ecuación de transmisión de vapor de agua</b></p> $\Delta p = pv (HR_2 - HR_1)$ $WVP = \frac{WVTR * e}{\Delta p}$ <p><b>Donde:</b>  <b>WVP</b>= Permeabilidad del vapor de agua en g/h.m. MPa  <b>WVTR</b>= Es la pendiente de la curva (g/h) sobre el área expuesta de la lámina g/h*m<sup>2</sup>  <b>pv</b>= Es la presión de vapor de agua a la temperatura del ensayo MPa T= 25°C  <b>HR<sub>2</sub></b>= Es la humedad relativa de la cámara de la solución de cloruro de sodio saturada a 75%  <b>HR<sub>1</sub></b>= Es la humedad relativa en el interior de la celda  <b>e</b>= es el espesor en m</p>	ASTM-E96/96-M05 según (Mahmoud et al. 2015).
4	<p><b>Ensayo de tracción</b></p> <p>Consiste en someter a una probeta normalizada a un esfuerzo axial de tracción creciente hasta que se produce la rotura de la probeta, también mide la resistencia, elongación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Norma utilizada es 2635:012</li> <li>Elaborar bioplásticos grandes de cada tratamiento</li> <li>Sacar los moldes con la ayuda de la probeta con ancho de 9,61 mm y longitud de 25 mm.</li> <li>Enviar las muestras al Laboratorio ensayo de materiales LenMaV</li> <li>Para analizar primero se establece la velocidad de separación de mordazas y obtener la velocidad de deformación inicial</li> </ul>		INNEN 2635:012

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luego en la maquina universal se coloca la probeta para alinear el eje longitudinal; por último, se ajusta bien las mordazas para disminuir el deslizamiento de las probetas.</li> <li>• Analizan resistencia, elongación, esfuerzo máximo, carga máxima, módulo de elasticidad, entre otras.</li> </ul>		
	<p><b>Biodegradabilidad en agua</b></p> <p>Es el deterioro que se produce en el bioplástico debido a la acción de microorganismos que se encuentra en la tierra.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocar en los frascos agua para su biodegradación</li> <li>• Colocar los bioplásticos cortados en el agua</li> <li>• Tomar la foto inicial para el área inicial</li> <li>• Cada siete días tomar la foto para medir el área durante un mes</li> <li>• Con la ayuda del programa de ImageJ calcular el área.</li> </ul>		<p>Metodología utilizada de (Cardenas L, 2019)</p>
	<p><b>En tierra</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocar en los frascos tierra para su biodegradación</li> <li>• Colocar los bioplásticos cortados en la tierra</li> <li>• Tomar la foto inicial para el área inicial</li> <li>• Cada siete días tomar la foto para medir el área durante un mes</li> <li>• Con la ayuda del programa de ImageJ calcular el área</li> </ul>		
	<p><b>En ambiente</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocar en los frascos al ambiente para su biodegradación</li> <li>• Colocar los bioplásticos cortados en el frasco al ambiente</li> <li>• Tomar la foto inicial para el área inicial</li> <li>• Cada siete días tomar la foto para medir el área durante un mes</li> <li>• Con la ayuda del programa de ImageJ calcular el área</li> </ul>		

Fuente: (BRITO, H. 2017)

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultados de la extracción del rendimiento almidón según el diseño factorial 2<sup>2</sup>

**Tabla 1-3:** Datos para realizar la extracción del almidón de la cáscara de la yuca amarilla

No.	Tratamiento	Variables	Repetición	Volumen agua (mL)	Producto (g)	R
1	T1	RPM A: 45	R1	500	300	38.652
2			R2			38.266
3			R3			39.216
4			R4			39.314
5	T2	RPM A: 60	R1			53.127
6			R2			52.225
7			R3			53.325
8			R4			52.310
9	T3	RPM B: 45	R1			17.188
10			R2			18.214
11			R3			17.220
12			R4			18.168
13	T4	RPM B: 60	R1			22.334
14			R2			23.264
15			R3			22.281
16			R4			23.125

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

#### Cálculo:

$$\text{Porcentaje de rendimiento} = \frac{\text{masa de almidón obtenido (g)}}{\text{masa de la cáscara de yuca (g)}} \times 100\%$$

$$\text{Porcentaje de rendimiento} = \frac{38,862 (g)}{300 (g)} \times 100 = 13\%$$

**Tabla 2-3:** Resultados de rendimiento del almidón de la cáscara de la yuca amarilla

PESO (g)			Rendimiento (%)		Tiempo secado (h)
Almidón			R	Promedio	
R	Promedio	Total	R	Promedio	
38.652	38.862	155.448	12.884	13	36
38.266			12.755		
39.216			13.072		
39.314			13.105		



53.127	52.747	210.987	17.709	18	48
52.225			17.408		
53.325			17.775		
52.310			17.437		
17.188	17.698	70.790	5.729	6	24
18.214			6.071		
17.220			5.740		
18.168			6.056		
22.334	22.751	91.004	7.445	8	36
23.264			7.755		
22.281			7.427		
23.125			7.708		

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

### Discusión:

La extracción del almidón de la cáscara de yuca se efectuó mediante el método de decantación, empleando procesos físicos de separación obteniendo la macromolécula la cual cumple con los estándares de calidad según el estudio realizado por (Garces L, 2016 p. 20), quien sostiene que el proceso es eficiente si se obtiene del 15 al 20% de almidón. El tratamiento 2 se encuentra en este rango con el 18% y el tratamiento 1 tiene un 13% de rendimiento que es también aceptable según el estudios de (Hernández-Medina et al., 2008 p.718), además según los estándares de calidad de (FAO, 2007), los tratamientos 1 y 2 son eficaces cumpliendo así con el objetivo propuesto en esta investigación.

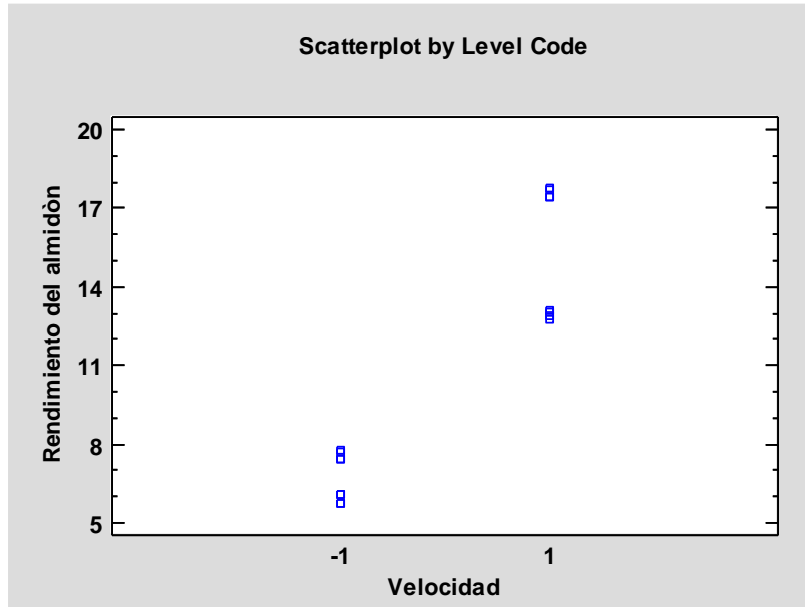
**Tabla 3-3:** Resultados de análisis de varianza de la extracción del almidón.

Fuente	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón- F	P-Valio
<b>Efectos principales</b>					
<b>A: Velocidad</b>	290,822	1	290,822	9114,16	0,0000
<b>B: Tiempo de licuado</b>	39,854	1	39,854	1249,00	0,0000
<b>INTERACTIONS</b>					
<b>AB</b>	8,66419	1	8,66419	271,53	0,0000
<b>RESIDUAL</b>	0,382906	12	0,0319088		
<b>TOTAL (CORRECTED)</b>	339,723	15			

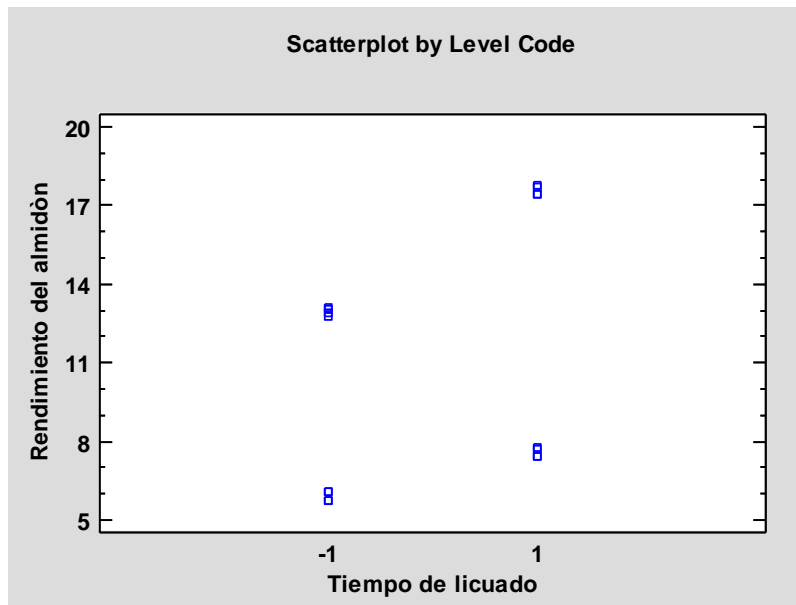
Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

La extracción del almidón se realizó de acuerdo al diseño factorial 2k, la cual tiene 4 tratamientos con 4 repeticiones cada una. Mediante el análisis de ANOVA se observa que la probabilidad de factor A (velocidad) y el factor B (tiempo de licuado) y la interacción AB, son menores que el error de 0,05 lo cual indica que existe diferencias significativas, por lo que tienen efecto sobre la variable de respuesta (Rendimiento del almidón), si aumenta o disminuye la velocidad aumenta o disminuye el peso, si aumenta o disminuye el tiempo de licuado aumenta o disminuye el peso,

si aumenta o disminuye ya sea la velocidad en junto con el tiempo también existen un efecto sobre la variable de respuesta, como se observa en la figura 1-3 y figura 2-3. Para ver en que tratamiento hay diferencias significativas utilizamos la prueba Tukey.

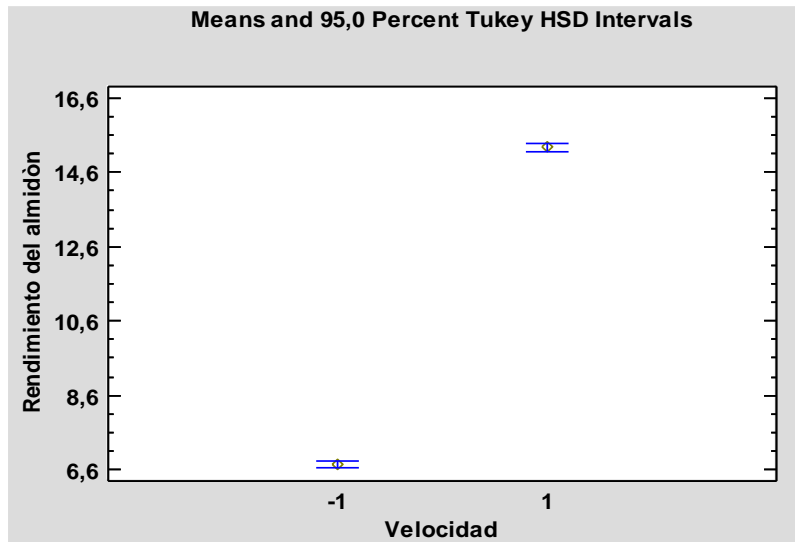


**Figura 1-3:** Gráfica de dispersión entre el rendimiento del almidón y la velocidad  
Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.



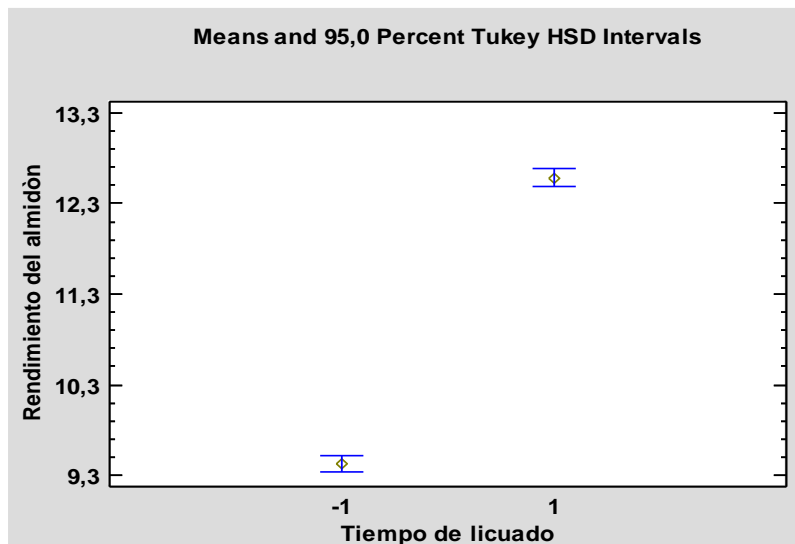
**Figura 2-3:** Gráfica de dispersión entre el rendimiento del almidón y tiempo de licuado

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.



**Figura 3-3:** De gráfica de rangos múltiples de Tukey entre el rendimiento del almidón y la velocidad

Realizado por: Yautibug Gladys 2021.



**Figura 4-3:** De gráfica de rangos múltiples de Tukey entre el rendimiento del almidón y el tiempo de licuado

Realizado por: Yautibug Gladys 2021.

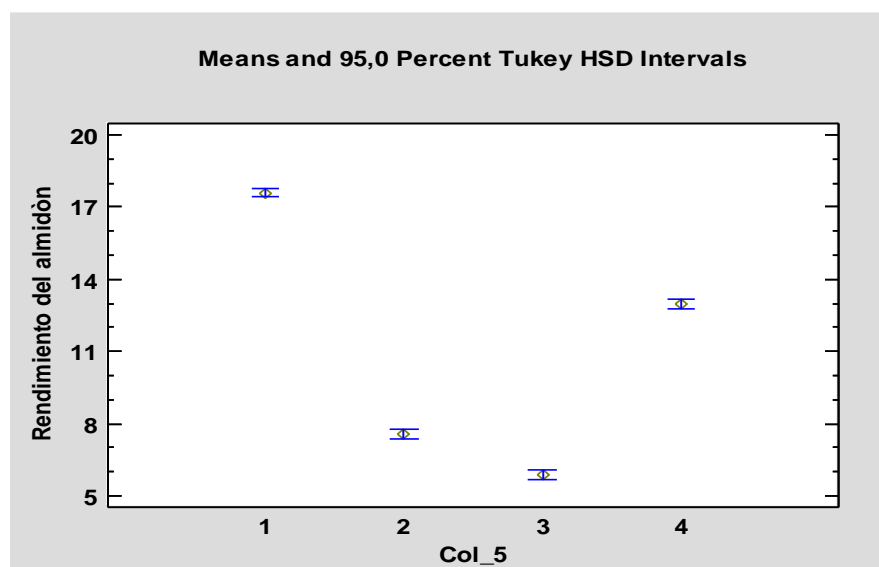
En la Figura 3-3 y 4-3 se observa que, si existen unas diferencias muy significativas entre las dos velocidades como es el alta y la baja y también en el tiempo de licuado, donde a mayor tiempo y a mayor velocidad se obtiene mejor el rendimiento del almidón.

**Tabla 4-3:** Análisis de resultados según la prueba Tukey

Tratamiento	T1	T2	T3	T4
	12,88	17,71	5,73	7,45
	12,76	17,41	6,07	7,76
	13,07	17,78	5,74	7,43
	13,11	17,44	6,06	7,71
<b>Promedio</b>	<b>12,95</b>	<b>17,58</b>	<b>5,90</b>	<b>7,58</b>
<b>HSD</b>	<b>1,16</b>			
<b>Multiplicador</b>	<b>4,20</b>			
<b>Mse</b>	<b>0,28</b>	cuadrado error medio		
<b>n</b>	<b>4,00</b>	tamaño muestra		
	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
<b>T1</b>		<b>4,63</b>	<b>7,05</b>	<b>5,37</b>
<b>T2</b>			<b>11,68</b>	<b>10</b>
<b>T3</b>				<b>1,68</b>
<b>T4</b>				

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

La tabla 4-3 demuestra que los tratamientos T1 y T2; T1 y T3; T1 y T4; T2 y T3; T2 y T4; T3 y T4 indican que, si existen diferencias significativas ya que presentan valores mayores, comparado con el valor de diferencia honestamente significativa que es de 1,16, esto se debe a que la obtención del almidón fue diferente entre los tratamientos. Para realizar a nivel industrial el proceso de extracción utilizamos el tratamiento 2 ya que posee mayor porcentaje con 18%.



**Figura 5-3:** Gráfica de rangos múltiples y 95% de Tukey de los 4 tratamientos

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

### 3.2. Resultados de análisis físico, químico y microbiológico de almidón

**Tabla 5-3:** Datos obtenidos de la caracterización del almidón de la cáscara de yuca amarilla

No.	Parámetros	Unidades	Valor	Estándar	Norma / institución
1	Humedad	%	1,73	1,0 – 13	(AOAC 2000)
2	Ceniza	%	0,060	0,12	(FAO 2007)
3	Solubilidad	%	1,24	0,27 - 12,32	(Anderson et al. 1969)
4	pH		6,010	6,0 - 6,5	(FAO 2007)
5	Fibra	%	0,263	0,03 - 0,30	(FAO 2007)
6	Proteína	%	0,248	0,2 - 0,40	(FAO 2007)
7	Viscosidad		625,83	840-1500	(ISI 2002)
8	Temperatura de gelatinización	°C	63	57,5 – 70,0	(Grace M 1997)
9	Amilosa	%	37,38	92 -96	(MO-LSAIA-04 INIAP)
10	Amilopectina	%	62,62	17 – 24	(MO-LSAIA-04 INIAP)
11	Hongos	UPC/g	0	1000 - 5000 UFC/g	(ICONTEC 1997)
12	Levaduras y mohos	UPC/g	10	1000 - 5000 UFC/g	(FAO 2007)
13	Coliformes totales	UPC/g	0	5,0x10 <sup>2</sup>	(FAO 2007)

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

#### Discusión:

Con los distintos parámetros que se realizaron la caracterización verifican que las características del almidón extraído son similares con los datos obtenidos bibliográficamente, y con ello se determina que si están dentro de rango o fuera de rango el mismo que se puede observar en la siguiente tabla 5-3.

Para obtener el resultado de la humedad se utilizó el método de vía húmeda que dio como resultado 1,73%, el valor óptimo de la humedad según la norma (AOAC. 2000) debe estar en el rango de 1.0 y 13% en consecuencia el valor obtenido es aceptable según esto, este resultado depende mucho de la variedad del producto y otros factores. A mayor contenido de humedad el deterioro de la materia prima es más rápido, por el contrario, un menor contenido de humedad favorece el almacenamiento y evita la presencia de hongos.

En cuanto al cálculo de la ceniza fue de 0,060 % del almidón obtenido, según la norma (FAO, 2007) reporta el valor no debe sobrepasar el 0,12 % por lo que el valor que se obtuvo está dentro del rango (Román et al., 2015 p.350).

La solubilidad obtenida del almidón fue de 1,24, según (Anderson et al., 1969 p.50), sugiere que el valor recomendable es de 0,27 a 12,32 y el resultado de la muestra alcanza los valores dentro del rango.

El pH alcanzado fue de 6,010 que está dentro de la categoría según la norma (FAO, 2007) el valor de referencial es de 6,0 - 6,5.

La fibra que se consiguió fue de 0,263 según la norma (FAO, 2007) el valor de referencia es de 0,03 a 0,30 encontrándose así dentro del rango, al igual que la proteína que fue de 0,248 según la norma (FAO, 2007) su valor de referencia es de 0,2 a 0,40.

La viscosidad obtenida fue de 625,83 que según la norma (ISI, 2002) el valor óptimo debe estar entre 840 a 1500 por lo tanto no se encuentra dentro del rango esto debido a que el almidón que se obtuvo fue de una cáscara. La temperatura de gelatinización alcanzada fue de 63°C y según (Grace M, 1997) el valor de referencia es de 57,7 a 70 al igual que (Jiménez, Martínez y Robles, 2015) que reporta el valor de gelatinización de 65,2, teniendo en este caso valores que están dentro del rango. La amilosa extraída fue de 37,38 % según (INIAP, 1970) los valores referenciales son de 92 a 96% de amilosa y de amilopectina fue de 62,62 que según (INIAP, 1970) su valor de referencia es de 17 a 24 los valores obtenidos no se encuentran dentro del rango porque es una cáscara no posee mucha amilosa.

También se realizó el análisis microbiológico en el Laboratorio de Aguas de la Facultad de Ciencias rigiéndose según las norma FAO, y al analizar los resultados no se encontró hongos en la muestra de almidón, las levaduras y los mohos estaban presentes en una cantidad de 10 UFC/g y según (FAO, 2007) el valor de referencia es de 1000 a 5000 UFC/g al presentar un valor de 10 no es perjudicial, no existen coliformes totales en la muestra de almidón.

Cabe recalcar que el almidón extraído por el método de decantación vía húmeda no altera la caracterización proximal y este método ayuda a obtener mayor cantidad de almidón.

**Tabla 6-3:** Datos obtenidos de la caracterización del producto

No.	Parámetros	Unidades	Valor	Estándar	Norma / institución
1	Humedad	%	2,19	1,0 - 13	(AOAC 2000)
2	Ceniza	%	1,90	< 12	(FAO 2007)
3	Fibra	%	3,10	2,40 - 19,00	(FAO 2007)
4	Proteína	%	0,80	0,00 - 5,62	(FAO 2007)

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

### Discusión:

De los datos obtenidos de la caracterización del producto se puede mostrar que la humedad alcanzada fue de 2,19 y según la norma (AOAC, 2000) el valor es óptimo y se encuentra dentro del rango, la ceniza determinada fue 1,90 según la norma (FAO, 2007) este valor está dentro de esta categoría. La fibra alcanzada fue de 3,10 y proteína de 0,80 los valores de referencia según norma (FAO, 2007) para la fibra es de 2,40- 19,00, y la proteína de 0,00 a 5,62 por lo que se puede deducir que la caracterización del producto se encuentra dentro de los parámetros que sugieren las normas indicadas.

**Tabla 7-3:** Resultados obtenidos de la formulación del bioplástico

No.	Tratamiento	Variable	Repetición	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Secado			
					Elaboración	Lugar	Método	Temperatura (°C)	Tiempo (°C)
1	TP1	CA1: CG1	R1	63	15	Laboratorio de investigación	Ambiente	25	48
2			R2						
3			R3						
4			R4						
5	TP2	CA1: CG2	R1						
6			R2						
7			R3						
8			R4						
9	TP3	CA2: CG1	R1						
10			R2						
11			R3						
12			R4						
13	TP4	CA2: CG2	R1						
14			R2						
15			R3						
16			R4						

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

**Tabla 8-3:** Datos obtenidos de la medición de espesor, peso del bioplástico

No.	Tratamiento	Variable	Repetición	Peso (g)	Espesor (mm)	Promedio	Moldeo	Forma película	Transparencia	Estabilidad						
1	TP1	CA1: CG1	R1	0.098	0.17	0.150	Cuadrada	2.5x2.5 cuadrada	Transparente con baja opacidad	Presenta una estabilidad media						
2			R2	0.100	0.14											
3			R3	0.113	0.15											
4			R4	0.110	0.14											
5	TP2	CA1: CG2	R1	0.147	0.17	0.155			Cuadrada	2.5x2.5 cuadrada	Transparente con menos opacidad	Estable				
6			R2	0.143	0.13											
7			R3	0.136	0.16											
8			R4	0.140	0.16											
9	TP3	CA2: CG1	R1	0.191	0.17	0.213					Cuadrada	2.5x2.5 cuadrada	Transparente con poca opacidad	Estable		
10			R2	0.162	0.23											
11			R3	0.160	0.15											
12			R4	0.170	0.23											
13	TP4	CA2: CG2	R1	0.163	0.22	0.150							Cuadrada	2.5x2.5 cuadrada	Transparente con media opacidad	Muy Estable
14			R2	0.167	0.23											
15			R3	0.157	0.20											
16			R4	0.159	0.21											

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

La formulación de bioplástico se realizó de acuerdo al diseño factorial 2k donde se trabajó con 4 tratamientos y cada una con 4 repeticiones con total de 16 unidades en la siguiente tabla se observa los datos de peso y espesor del bioplástico la forma fue cuadrada, así mismo en cuanto a su transparencia se presentaron con opacidad y su estabilidad presentó en el T1 baja estabilidad, en T2, T3 eran estables y el T4 fue muy estable.



**Tabla 9-3:** Formulaciones planteadas con base al diseño factorial 2<sup>2</sup>.

Formulación	Glicerina (ml)	Ácido Acético (ml)	Almidón (gr)	Agua Destilada (ml)
1	1	6	2	45
2	0,5	6	2	45
3	1	6	3	45
4	0,5	6	3	45

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

La tabla 9-3 muestra las formulaciones de 4 tratamientos con 4 repeticiones cada una teniendo un total de 16 unidades, donde las variables son la glicerina y el almidón, el agua y el ácido acético son las constantes, al realizar diferentes formulaciones se obtuvo bioplástico idóneo.



**Figura 6-3:** Formulación del bioplástico

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

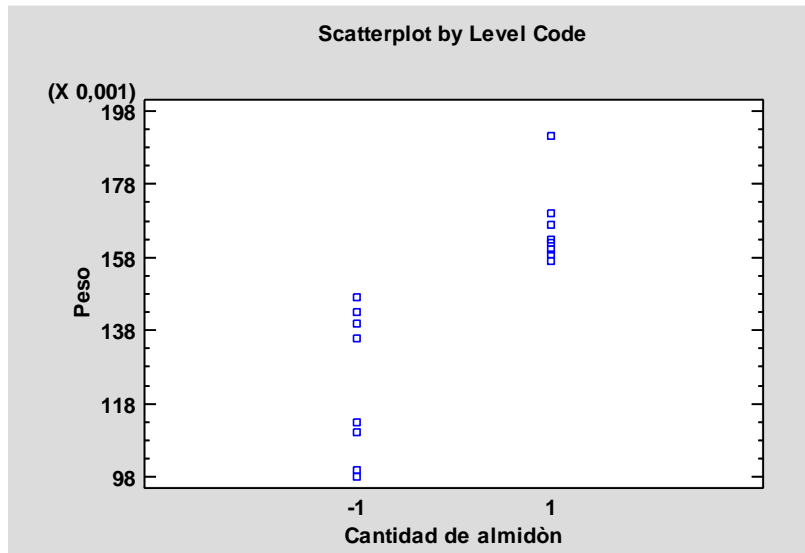
**Tabla 10-3:** Resultado de análisis de varianza de la formulación

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón- F	P-Valio
<b>Efectos principales</b>					
<b>A: Cantidad de almidón</b>	0,00731025	1	0,00731025	98,62	0,0000
<b>B: Cantidad de glicerina</b>	0,000729	1	0,000729	9,83	0,0086
<b>INTERACTIONS</b>					
<b>AB</b>	0,00207025	1	0,00207025	27,93	0,0002
<b>RESIDUAL</b>	0,0008895	12	0,000074125		
<b>TOTAL (CORRECTED)</b>	0,010999	15			

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

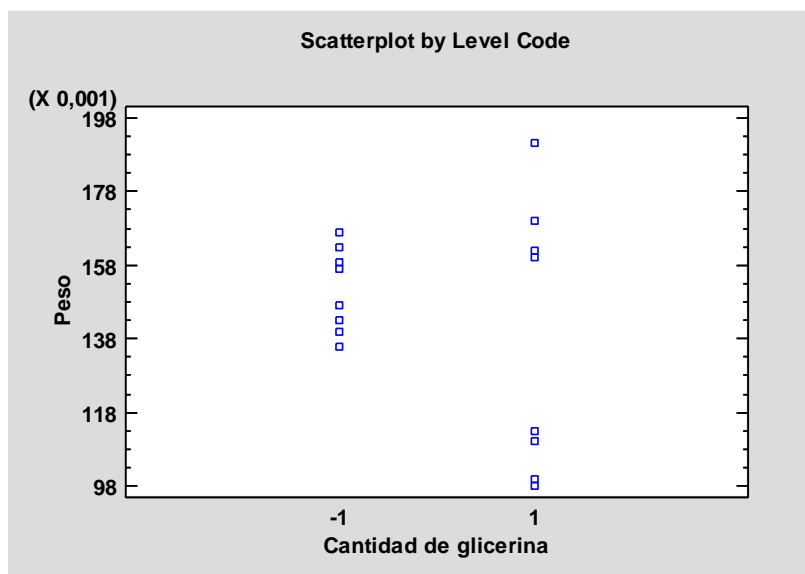
La formulación de bioplástico se realizó de acuerdo al diseño factorial 2<sup>k</sup> en la cual se tiene 4 tratamiento con 4 repeticiones cada una, Mediante el análisis de ANOVA se observa que la probabilidad de factor A (cantidad de almidón) y el factor B (cantidad de glicerina) y la interacción AB, son menores que el error de 0,05 lo cual indica que existe diferencias significativas, como se observa en la figura de 7-3 y 8-3, y el tratamiento 3 fue el mejor de acuerdo al análisis de las

pruebas mecánicas porque presenta mayor elongación como se muestra en la tabla 10-3 y se cumple con el objetivo planteado para este estudio. Para observar las diferencias significativas entre los tratamientos realizamos la prueba Tukey.



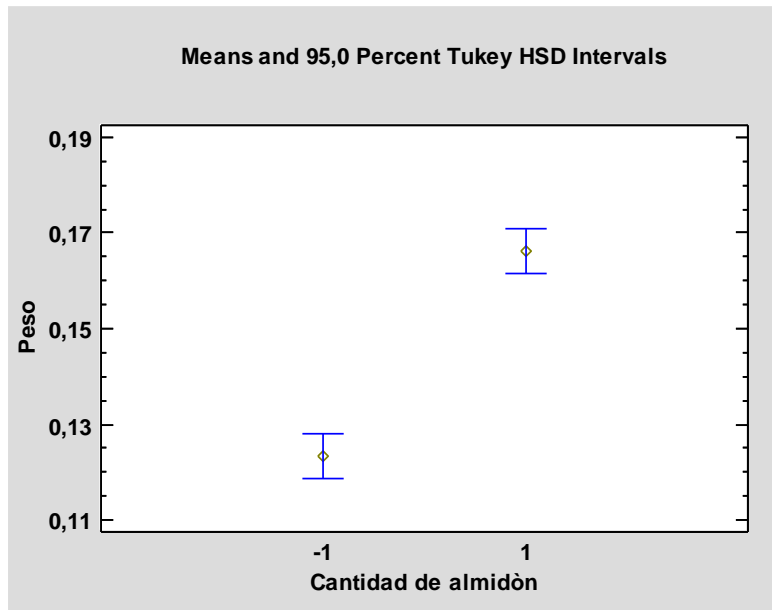
**Figura 7-3:** Gráfica de dispersión entre peso y cantidad de almidón

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

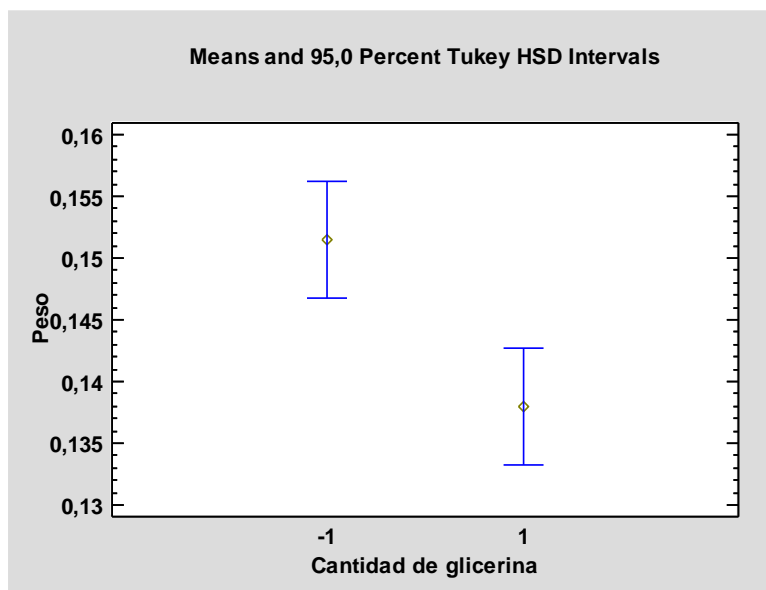


**Figura 8-3:** Gráfica de dispersión entre peso y cantidad de glicerina

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.



**Figura 9-3:** Gráfica de rangos múltiples de Tukey entre peso y cantidad de almidón  
 Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.



**Figura 10-3:** Gráfica de rangos múltiples de Tukey entre el peso y la cantidad de glicerina  
 Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

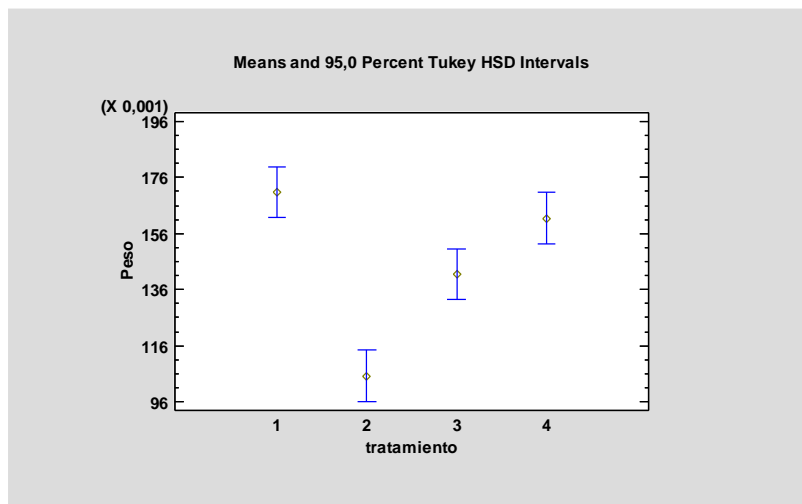
En la figura 9-3 se observa que si existen diferencias significativas a mayor cantidad de almidón el peso aumenta, mientras en la figura 10-3 se observa que a menor cantidad de glicerina el peso de bioplástico aumenta.

**Tabla 11-3:** Análisis de resultados según la prueba Tukey

Tratamientos	T1	T2	T3	T4
	0,098	0,147	0,191	0,163
	0,100	0,143	0,162	0,167
	0,113	0,136	0,160	0,157
	0,110	0,140	0,170	0,159
<b>Promedio</b>	<b>0,105</b>	<b>0,142</b>	<b>0,171</b>	<b>0,162</b>
<b>HSD =</b>	0,018			
<b>Multiplicador =</b>	4,20			
<b>Mse =</b>	0,000074125	cuadrado error medio		
<b>n =</b>	4,00	tamaño muestra		
	T1	T2	T3	T4
T1		0,04	0,066	0,057
T2			0,029	0,02
T3				0,009
T4				

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

La prueba Tukey ayudó a demostrar en que tratamientos hay diferencias significativas comparados con la diferencia honestamente significativa, se observa claramente que, si existen diferencias significativas entre los siguientes tratamientos, T1 y T2; T1 y T3; T1 y T4; T2 y T3; T2 y T4, en el tratamiento T3 y T4 no existe diferencia significativa, porque su valor es menor al HSD.



**Figura 11-3:** Gráfica de medias y 95% Tukey entre los 4 tratamientos de bioplástico.

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

### 3.3. Resultados del ensayo de caracterización de bioplásticos físicos, mecánicos

Una vez realizadas las correspondientes formulaciones en base al diseño factorial 2k se obtuvieron 4 tratamientos con 4 repeticiones con un total de 16 unidades, mediante un estudio de ensayos experimentales se determina los siguientes parámetros: espesor, humedad, solubilidad, permeabilidad, resistencia a la tracción, y la biodegradabilidad todos los ensayos se realizaron por triplicado como se muestra a continuación.

#### Espesor:

**Tabla 12-3:** Resultados obtenidos del espesor del bioplástico

BIOPLASTICO	RÉPLICAS	ESPESOR	PROMEDIO
<b>T1</b>	1	0,17	0,15
	2	0,14	
	3	0,15	
	4	0,14	
<b>T2</b>	1	0,17	0,16
	2	0,13	
	3	0,16	
	4	0,16	
<b>T3</b>	1	0,17	0,21
	2	0,23	
	3	0,15	
	4	0,3	
<b>T4</b>	1	0,22	0,22
	2	0,23	
	3	0,2	
	4	0,21	

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

#### Discusión:

De los resultados del ensayo de la caracterización del bioplástico se obtiene que el espesor del tratamiento 1 es de 0,150, tratamiento 2 es de 0,155, tratamiento 3 es de 0,21, tratamiento 4 es de 0,22, estos resultados de asemejan al estudio realizado por (Trujillo C, 2014), y según la norma (INEN 2637 2006), el espesor permitido es hasta 0,2 mm revelando que los datos obtenidos del ensayo se encuentra dentro del rango de aceptación.

**Tabla 13-3:** Resultados obtenidos de la caracterización del bioplástico.

No	PRODUCTO	TRATA- MIENTO	HUME- DAD (%)	SOLUBILI- DAD (%)	PERMEABILI DAD VAPOR AGUA	BIODEGRADABILIDA D (%)		
						Agua	Suelo	Ambiente
1	Bioplástico elaborado de cáscara de yuca amarilla	TP1	0,43	49,97	0,347	100	54,50	1,25
		TP2	0,26	43,69	0,381	100	43,50	1,25
		TP3	0,29	47,69	0,529	100	50,50	1,25
		TP4	0,44	37,16	0,536	100	48,25	1,00

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

### Discusión:

La tabla 13-3 muestra los resultados obtenidos de humedad, solubilidad, permeabilidad, y biodegradabilidad que se realizaron en el laboratorio de investigación de la Facultad de Ciencias. De acuerdo con el estudio realizado por (Trujilo C, 2014), los bioplásticos deben contener una humedad máxima del 13%, los resultados calculados de humedad en la caracterización del bioplástico en todos los tratamientos son 0,43%, 0,26%, 0,29%, 0,44%, respectivamente, y se deduce que están dentro del rango, según (Fuertes P, 2010) menciona: para que el porcentaje tenga un valor menor las cápsulas deben ser manipuladas con la pinza, ya que al coger con la mano la humedad aumenta.

La solubilidad del bioplástico se realizó en el laboratorio de investigación, mediante el análisis gravimétrico como se menciona (Mahmoud et al. 2015) así obteniendo los siguientes valores del tratamiento 1 presenta un valor de 49,97% y varia descendentemente hasta llegar al tratamiento 4 con un 37,16% de solubilidad del bioplástico como se muestra en la tabla 13-3, estos resultados se asimilan al estudio de (Trujilo C, 2014) quien presenta una solubilidad de hasta 60,96% por lo que se concluye que los resultados obtenidos son óptimos.

















La permeabilidad se realizó de acuerdo a la norma ASTM-E96/96-M05, según (Trujilo C, 2014) menciona en su estudio que la permeabilidad debe tener valores entre 0,168 a 0,374 indicando así que los tratamientos 1 y 2 se encuentran dentro del rango, sin embargo en el estudio de (Ortiz J, 2009) muestra valores de permeabilidad de vapor de agua mayores, como sucede con los tratamientos 3 y 4 igualando los resultados obtenidos. Además (Zapata C, 2019 p.119), manifiesta que la permeabilidad es afectada por el espesor de la biopelícula, al igual que la cantidad del plastificante que se utilice puede aumentar la permeabilidad, por ello se deduce que los tratamientos 3 y 4 tienen mayor permeabilidad.

**Tabla 14-3:** Datos obtenidos de la biodegradación del bioplástico en el suelo

PRODUCTO	TRATAMIENTO	UNIDAD	DÍA				
			0	7	14	21	28
Bioplástico elaborado de cáscara de yuca amarilla	1	cm2	4,00	3,53	3,12	2,49	1,82
		%		11,75	22,00	37,75	54,50
	2	cm2	4,00	3,58	3,25	2,86	2,26
		%		10,50	18,75	28,50	43,50
	3	cm2	4,00	3,55	3,19	2,65	1,98
		%		11,25	20,25	33,75	50,50
	4	cm2	4,00	3,67	3,35	2,72	2,07
		%		8,25	16,25	32,00	48,25

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

**Tabla 15-3:** Resultados de la biodegradación del bioplástico en el suelo.

N	Dia 7	Dia 14	Dia 21	Dia 28
T1				
T2				
T3				
T4				

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

**Discusión:**









La biodegradabilidad del bioplástico se realizó durante 28 días la cual se realizó en tres condiciones como son el agua, tierra y ambiente, así obteniendo los siguientes datos como se muestran en las siguientes: tabla 14-3, tabla 16-3, tabla 18-3. Según la norma ASTM D-5338 para que un bioplástico sea biodegradable se requiere que este se transforme en 90 días, se puede mostrar que la biodegradación del bioplástico iba disminuyendo día tras día como se muestra en la tabla 14-3, también se muestran los resultados calculados de cada semana hasta completar los 28 días y se pudo evidenciar que efectivamente el bioplástico elaborado a partir de la cáscara de yuca amarilla se degradó la mitad del 100% pero para que se tenga una mejor biodegradabilidad se requiere que la tierra tenga una alta humedad y microorganismos como indica (Martinez R, 2019), en su estudio.

**Tabla 16-3:** Datos obtenidos de la biodegradación del bioplástico en el agua

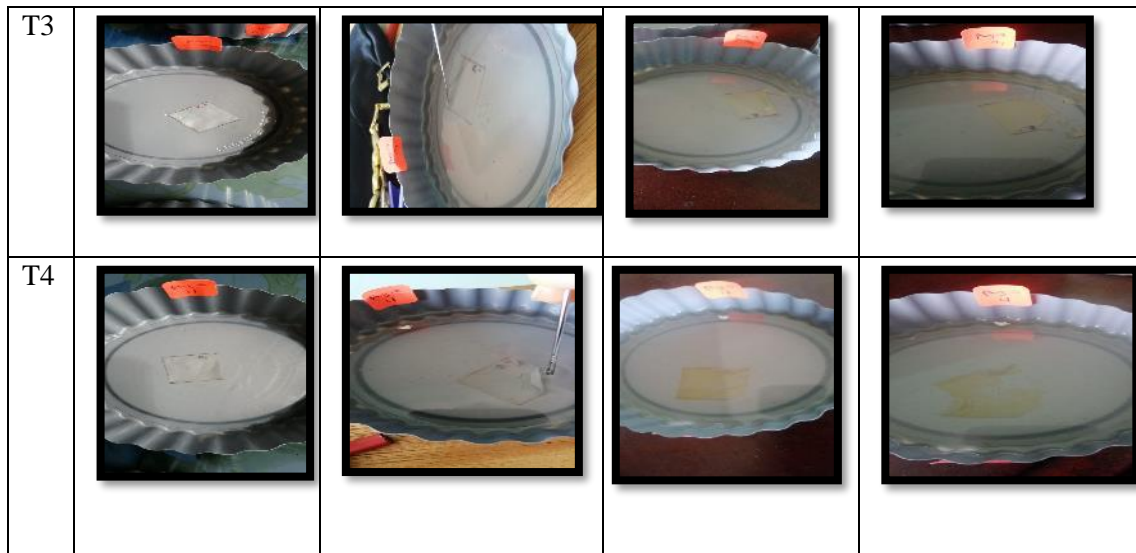
TRATAMIENTO	UNIDAD	DÍA				
		0,00	7,00	14,00	21,00	28,00
1	cm2	4,00	3,74	3,17	2,36	0,00
	%		6,50	20,75	41,00	100,00
2	cm2	4,00	3,19	2,45	1,74	0,00
	%		20,25	20,25	99,56	100,00
3	cm2	4,00	3,44	2,75	2,21	0,00
	%		14,00	31,25	44,75	100,00
4	cm2	4,00	3,35	2,75	2,27	0,00
	%		16,25	31,25	43,25	100,00

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

**Tabla 17-3:** Resultados obtenidos de la biodegradación del bioplástico en el agua

No	Dia 7	Dia 14	Dia 21	Dia 28
T1				
T2				





Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

### Discusión:




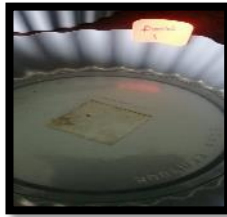
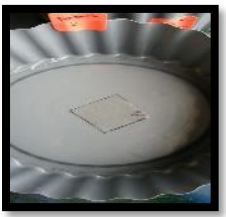











La biodegradación en agua según (López et al., 2010 p.133), en su estudio demostró que la velocidad de la degradación del bioplástico se ve ligeramente disminuida por la presencia de glicerol donde se considera que el glicerol disuelve al bioplástico. La biodegradabilidad del bioplástico que se realizó en el agua en la semana 21 se degradó completamente con un 100% en su totalidad como se observa en la tabla 17-3.

**Tabla 18-3:** Datos obtenidos de la biodegradación del bioplástico en el ambiente

TRATAMIENTO	UNIDAD	DÍA				
		0	7	14	21	28
1	cm2	4,00	3,98	3,97	3,97	3,95
	%		0,50	0,75	0,75	1,25
2	cm2	4,00	3,96	3,95	3,95	3,95
	%		1,00	1,25	1,25	1,25
3	cm2	4,00	3,96	3,96	3,95	3,95
	%		1,00	1,00	1,25	1,25
4	cm2	4,00	3,99	3,98	3,98	3,96
	%		0,25	0,50	0,50	1,00

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

**Tabla 19-3:** Resultados obtenidos de la biodegradación del bioplástico en el ambiente

No	Dia 7	Dia 14	Dia 21	Dia 28
T1				
T2				
T3				
T4				

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

**Discusión:**

La biodegradabilidad que tuvo el bioplástico en el ambiente no presentó mayores cambios como se puede apreciar en la tabla 19-3, en el estudio de (López et al., 2010 p.135) muestra resultados similares a los resultados obtenido en este estudio, por lo que se puede predecir que la degradación en el ambiente es mucho más lenta debido a la inexistencia de humedad y microorganismos contrariamente a lo que coexiste en la tierra.

Al comparar la biodegradabilidad en tres condiciones se puede determinar que el bioplástico obtenido mostró su mejor biodegradación en el agua, luego en la tierra,

**Tabla 20-3:** Resultados obtenidos del ensayo de tracción del bioplástico

No.		Trata- miento	Módulo elasticidad (MPa)	Esfuerzo de fluencia (MPa)	Carga de fluencia (n)	Carga máxima (n)	Esfuerzo máximo (MPa)	Elongación (%)
1	Bioplástico	T1	1,264. E+01	2.10	1.62	2.23	2.89	32.93
2		T2	5,089. E+02	23.50	35.31	36.39	24.22	6.08
3		T3	3,428. E+00	0.86	1.41	2.78	1.69	64.59
4		T4	1,979. E+02	9.80	7.53	7.72	10.04	21.54

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

### Discusión:

Para la determinación de este análisis de tracción las muestras se les envió al Laboratorio de LenMaV el mismo que se realizó de acuerdo a la norma (INEN 2637, 2006) mediante la cual se determinó diferentes parámetros de propiedades mecánicas del bioplástico, como se puede evidenciar que la probeta que muestra mayor esfuerzo máximo es la del tratamiento 2 y la probeta que exhibe menor esfuerzo máximo es el tratamiento 3, (Zapata, 2019) en su estudio expone: que ha menor concentración de glicerina el esfuerzo es mayor, y presenta valores de esfuerzo máximo de 18,47 MPa, al igual que el estudio realizado por (Trujillo C, 2014) donde los valores de módulo de elasticidad y la elongación se asemejan con los valores obtenidos por (Zavala P, 2005 p. 67 ) su máxima elongación es de 71,06% por lo que se deduce que los resultados obtenidos en esta investigación están dentro del rango. En consecuencia, se considera que el tratamiento 3 fue el mejor, debido a que presenta mayor elongación de 64,59% y presentó mejor resistencia y estabilidad.

### 3.4. Resultado de la aplicación del bioplástico cubierta en el producto frutilla

Para ver la efectividad del bioplástico y cumpliendo con el objetivo planteado se cogió una frutilla y se envolvió con el bioplástico y la otra se dejó sin plástico y se puso al ambiente durante siete días. Al pasar el tiempo la frutilla con el bioplástico se mantiene conservada y la frutilla sin el bioplástico se tiende a deshidratarse perdiendo su sabor.



**Figura 12-3:** Frutilla cubierta con el bioplástico el antes y después

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

**Tabla 21-3:** Resultado de análisis sensorial de la frutilla cubierta con el bioplástico de la cáscara de la yuca amarilla.

Análisis sensorial de la frutilla		
Tipo de estudio	Frutilla cubierta	Frutilla al ambiente
Textura	Dura	Suave
Olor	Dulce	Rancio
Sabor	Agradable	Agrio
Aspecto	Fresco	Deshidratado y con moho

Realizado por: Yautibug Gladys, 2021.

### 3.5. Prueba de hipótesis

#### 3.5.1. *Determinación del bioplástico elaborada con aditivos y plastificante para la envoltura de alimentos*

El bioplástico elaborado a partir del almidón de la cáscara de la yuca amarilla en base a las hipótesis planteadas aceptamos la hipótesis general, mediante la combinación del aditivo y el plastificante se obtuvo un bioplástico que es útil en la envoltura de alimentos.

#### 3.5.2. *Determinación de la extracción óptima del almidón por el método vía húmeda según el diseño factorial 2<sup>2</sup>*

Para la extracción del almidón de la cáscara de la yuca amarilla se realizó por el método vía húmeda, según el diseño factorial 2<sup>2</sup> se planteó dos variables como son el tiempo de 45 y 60 segundos y las revoluciones que son alta de 20.000 rpm y la baja de 6.800 rpm, para triturar utilizamos la licuadora Oster, siendo el método muy óptimo para la extracción del almidón, no se podría utilizar mucho el método vía seca porque la cantidad de almidón que quieras obtener es muy poca como en este caso es una cáscara si le dejamos secar para triturar sería muy dificultoso.

#### 3.5.3. *Determinación del tiempo y la revolución para obtener mayor cantidad de almidón*

En tiempo de 60 segundos y la revolución alta de 20.000 rpm fue muy útil la extracción del almidón de la cáscara de la yuca amarilla, en el tratamiento 1 y tratamiento 2 se observa mayor porcentaje de almidón extraído, así teniendo el mejor rendimiento en el tratamiento 2 con un 18% que será factible para la elaboración del bioplástico.

#### **3.5.4. *Determinación de la formulación del bioplástico según el diseño factorial 2<sup>2</sup>***

Para la formulación según el diseño factorial 2<sup>2</sup> se plantea dos variables, como la cantidad de almidón de 2 y 3 gramos y la cantidad de glicerina de 0.5 y 1 mL y las constantes fueron el agua de 45ml y el ácido acético de 6ml, con estas formulaciones se realizó el bioplástico teniendo como resultado la transparencia que no fue al 100% ya que se presentó opacidad, y con mayor estabilidad fue de tratamiento 3.

#### **3.5.5. *Determinación de la efectividad del bioplástico en la envoltura de alimentos***

Se acepta la hipótesis general porque el bioplástico elaborado es muy efectiva en la envoltura de alimentos porque mantiene frescos, y su aplicación es muy útil ya que es menos contaminante y no es perjudicial para la salud, la vida útil de bioplástico es muy rápida por su degradación.

## CONCLUSIONES

- Se comprobó que la extracción del almidón en el tratamiento 2 se obtuvo un 18% de rendimiento, también se realizó la caracterización a nivel del laboratorio como pruebas físico químico y microbiológico así teniendo los siguientes valores del almidón: humedad 1.73%, ceniza 0.06%, solubilidad 1.24%, pH 6.01, fibra 0.263%, proteína 0.248%, viscosidad 625.83, temperatura de gelatinización 63°C, amilosa 37.38%, amilopectina 62.62%, hongos 0 UPC/g, levaduras y moho 10 UPC/g, coliformes totales 0 UPC/g, y de la cáscara de yuca: humedad 2.19%, ceniza 1.90% Fibra 3.10%, proteína 0.80%
- Se demostró que al combinar 2 y 3 gramos del almidón con los aditivos con la glicerina de 1 y 0.5 ml y ácido acético de 45ml se obtuvieron bioplásticos y la formulación más adecuada para la obtención del bioplástico es el tratamiento 3.
- Se analizó el bioplástico mediante el ensayo de tracción y eran similares a los plásticos convencionales en resistencia, estabilidad y sus propiedades físicas del bioplástico en cuanto a su transparencia se presentaron con opacidad.
- Se determinó, que el bioplástico obtenido a partir de la cáscara de la yuca amarilla fue muy efectiva en la envoltura de alimentos manteniendo frescos.

## **RECOMENDACIONES**

- Para ver el contenido del almidón se hace primero la caracterización con diferentes pruebas.
- Para la elaboración del bioplástico se recomienda primero hacer las formulaciones correspondientes y de ahí escoger la idónea.
- Se recomienda socializar la información obtenida acerca de fácil elaboración del bioplástico a partir de la cáscara de la yuca y cuál es su ventaja para el medio ambiente.

## BIBLIOGRAFÍA

**Anderson; et al.** *Variacion del metodo de secado en la fermentacion espontanea de almidon nativo de yuca.* @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria, (1969). vol. 15, no. 1, pp. 50. ISSN 16927125. DOI 10.24054/16927125.v1.n1.2017.2962.

**AOAC.,** *Nitrogen (total) of flour.* Association of Analytical Chemists International (AOAC). 7 ed. MD, Estados Unidos de América. pdf. (2000). Segunda Ed. S.l.: s.n. ISBN 9789253049493.

**ARREGUI, F.** *Producción de polihidroxibutirato a partir de lactosuero.* Revista Colombiana de Biotecnología, (2019) pp. 0-46.

**BEJARANO, N.** *“Rendimiento del proceso de extracción de almidón a partir de frutos de plátano (Musa paradisiaca).* Universidad Nacional de San Agustín (2018) [en línea], vol. 1, pp. 60. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7578>.

**BELTRÁN, M. & MARCILLA, A.** Tema 2. Tipos de plasticos, reciclado, aditivación y mezclado. Revista Colombiana de Biotecnología, (2011) vol. 2, pp. 20.

**BONETE, M.** *Estudio de cuatro tubérculos y raíces tuberosas no tradicionales de la sierra centro de ecuador y su. escuela de administración de empresas gastronómicas (2016)* [en línea], vol. 12, pp. 37-67. Disponible en: [https://www.unibe.edu.ec/wp-content/uploads/2017/08/03\\_12\\_BONETEetal\\_RTAs-1.pdf](https://www.unibe.edu.ec/wp-content/uploads/2017/08/03_12_BONETEetal_RTAs-1.pdf).

**BRITO, H.** *Texto básico de operaciones unitarias III.* (2017) S.l.: s.n.

**CARDENAS, L.** *Elaboración de bioplásticos y determinación de su biodegradabilidad - proyecto de laboratorio elaboration.* Revista del instituto de investigación. (2019) S.l.: s.n.

**CASTREJON, D.** *Ciencia y tecnología de polímeros. revista plásticos modernos,* (2012)

**CEBALLOS, H. & DE LA CRUZ, G.A.** *Capítulo 2: Taxonomía y morfología de la yuca. la yuca en el tercer milenio sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización.* (2002) S.l.: s.n., ISBN 9789586940436.

**CONDE, A.** *“Aprovechamiento de la cáscara residual de la Musa balbisiana para la obtención de bioplástico en el Mercado APECOLIC - Comas - 2018”.* Universidad César Vallejo,



**CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR**, *Constitución Política de la República del Ecuador. Asamblea del Ecuador (2008)* [en línea], pp. 1-54. Disponible en: <http://pdba.georgetown.edu/Parties/Ecuador/Leyes/constitucion.pdf>.

**DURÁN, V.** *Formulación para la obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de yuca, variedad MBRA 383*. Revista científica, (2006) vol. 2, no. 2, pp. 120. ISSN 1794-192X. DOI 10.21500/22563202.484.

**ECHEVERRÍA, S.** *Bioplásticos para aplicaciones en envases y embalaje*. Revista de Química, (2014) pp. 13.

**FAO.** *Guía Técnica para Producción y Análisis de Almidón de Yuca*. Fao (2007) [en línea], vol. 162, pp. 135. ISSN 1950-8324. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a1028s.pdf>.

**FLORES, G; et al.** *Rendimiento del proceso de extracción de almidón a partir de frutos de platano (Musa paradisiaca)*. Estudio en planta piloto. Acta Científica Venezolana, (2005) ISSN 00015504.

**FUERTES, P.** *Determinación de humedad en alimentos*. Universidad Zaragoza, (2010)

**GARCES, L.** *Elaborado con almidón agrio de yuca llnb ' oduccion 3 . modelos v metodos estadisticos para superficies de bspuesta*. Revista Colombiana de Biotecnología, (2016) vol. 2, pp. 20.

**GRACE, M.** *Características de calidad y digestibilidad in vitro del almidón agrio de yuca (Manihot esculenta ) producido en Costa Rica Quality characteristics and in vitro digestibility of sour cassava ( Manihot esculenta ) starch produced in Costa Rica*. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos, (1997) vol. 3, no. 1, pp. 1-13.

**GUADALUPE, L.** *Obtención de termoplásticos a partir de plumas de pollo*. FIGEMPA: Investigación y Desarrollo, (2016) vol. 1, no. 2, pp. 69-72. ISSN 1390-7042. DOI 10.29166/revfig.v1i2.889.

**GUERRERO, Z.** *Extracción de almidón de residuos orgánicos*. Revista Colombiana de Biotecnología, (2019) vol. 11, no. 1, pp. 1-14. ISSN 20711050.

**GUTIÉRREZ, S.** *Análisis y diseño de experimentos.* (2008) Segunda Ed. México D.F.: s.n. ISBN 9789701065266.

**HERNÁNDEZ, M; et al.** *Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México.* (2008) *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, vol. 28, no. 3, pp. 718-726. ISSN 0101-2061. DOI 10.1590/s0101-20612008000300031.

**HINOSTROZA, F.** *Cultivo de yuca en el Ecuador. La yuca en el tercer milenio sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización.*, (2014) vol. 436, pp. 1-28.

**HOWATT, C. & CUADRA, M.** *Almidón.* Books Abroad, (2014) ISSN 00067431. DOI 10.2307/40088581.

**INEN 2637.** *Instituto Ecuatoriano de Normalización. Instituto Ecuatoriano de Normalización,* (2006) pp. 21.

**INIAP, M.** *Incorporación de valor agregado en la elaboración de barras energéticas con quinua (*Chenopodium quinoa*), variedades Tunkahuan y Pansacalla Roja.* *Revista Colombiana de Biotecnología*, (1970) vol. 4, pp. 96.

**ISI.** *Físicas, Reológicas y Tecnológicas de la Harina del Arroz, Resumen.* *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, (2002) vol. 3, pp. 125.

**JIMÉNES, R; et al.** *Obtención y caracterización física y química del almidón de yuca (*Manihot esculentum*) variedad guayape.* *Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*, (2015) vol. 1, pp. 20-22.

**JIMENEZ, M.** *Tabla de composición nutritiva de 100 g de parte comestible.* *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, (2013) vol. 2, pp. 6-7.

**KESLER, J.** *Producción de almidón y uso industrial.* *Revista de ciencia de la alimentación y la agricultura.* *Revista Colombiana de Biotecnología*, (2010) vol. 21, no. 4, pp. 162.

**LABEAGA, A.** *Polímeros biodegradables. Importancia y potenciales aplicaciones.* *Files.Bartolomevazquezbernal. ...*, (2018) pp. 1-50.

**LARÉZ, C.** *Quitina y quitosano: materiales del pasado para el presente y el futuro. Avances en Química*, (2006) vol. 1, no. 2, pp. 15-21. ISSN 1856-5301.

**LÓPEZ, Á; et al.** *Degradación de películas plastificadas de quitosano obtenidas a partir de conchas de Camarón (L.vannamei)*. Revista de la Facultad de Ingeniería, (2010) ISSN 07984065.

**LÓPEZ, Á; et al.** *Degradation of plasticizer chitosan film obtained from shrimp shells (L.vannamei)*. Revista de la Facultad de Ingeniería. Universidad Central de Venezuela, (2010) vol. 25, no. 2, pp. 133-143. ISSN 2443-4477.

**MAHMOUD, S; et al.** *Obtención de plástico biodegradable a partir de almidón de patata*. CNR-ISTI technical report, (2015) vol. 3, no. 2, pp. 356-369. ISSN 10220038.

**MARTINEZ, R.** *Elaboración de bioplásticos y determinación de su biodegradabilidad - Proyecto de laboratorio Elaboration*. Revista del Instituto de Investigación, (2019.)

**MENDEZ, F.** *Produção e Caracterização de Bioplásticos a partir de Amido de Batata*. (2009) Anais do 10o Congresso Brasileiro de Polímeros,

**MENDOZA, A; et al.** *Obtención de bioplástico a partir de almidón de maíz (Zea mays L.)*. , (2015) no. January, pp. 0-11.

**MERCHAN, J; et al.** *Study of the Aerobic Biodegradation of Thermoplastic Starch (TPS)*. Revista de Metalurgia y Materiales [en línea], (2009) vol. 1, no. 1, pp. 39-44. Disponible en: <http://www.rlmm.org/archives.php?f=/archivos/S01/N1/RLMMArt-09S01N1-p39.pdf>.

**MUÑOZ, S.** *Residuos de la cáscara de yuca y cera de abejas como potenciales materiales de partida para la producción de bioplásticos*. *Avances en Química*, (2020) vol. 15, no. 1, pp. 3-11. ISSN 18565301.

**PÉREZ, R.** *“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)”*. Universidad César Vallejo, pp. 1-115.

**RAMSAY, B.** *Composición y procesamiento de películas biodegradables basadas en almidón*. *Biotecnología en el Sector Agropecuario*, (2012) vol. 8, pp. 170-175.

**RODRÍGUEZ, E; et al.** *Caracterización de residuos agroindustriales con vistas a su aprovechamiento.* Revista Centro Azúcar, (2016) ISSN 2223- 4861.

**ROMÁN, Y; et al.** *Caracterización físico-química y funcional de los subproductos obtenidos durante la extracción del almidón de musáceas, raíces y tubérculos.* Interciencia, (2015) vol. 40, no. 5, pp. 350-356. ISSN 0378-1844.

**RUILOBA, I; et al.** *Elaboración de bioplástico a partir de almidón de semillas de mango.* Revista de Iniciación Científica, (2018) ISSN 2412-0464. DOI 10.33412/rev-ric.v4.0.1815.

**SANCHEZ, T.** *Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca.* , (2007.) vol. 8, pp. 1.

**SANDOVAL, L.** *Residuos de la cáscara de yuca y cera de abejas como potenciales materiales de partida para la producción de bioplásticos.* Avances en Química, (2020) vol. 15, no. 1, pp. 3-11. ISSN 18565301.

**SARRIA, R. & GALLO J.** *La gran problemática ambiental de los residuos plásticos: Microplásticos.* Journal de Ciencia e Ingeniería, (2016).

**TÉLLES, R; et al.** *Cubiertas Comestibles de Cera y Polifenoles de Candelilla : Una Alternativa de Conservación de Papaya ( Carica papaya L .).* Acta Química Mexicana, (2013).

**TORRES, O.** *Especialización En Química Aplicada.* Revista de Química, (2012) vol. 1, pp. 5.

**TRUJILLO, C.** " *Obtención de películas biodegradables a partir de almidón de yuca ( manihot esculenta crantz )* título de la tesis : " obtención de películas biodegradables a partir de almidón de yuca ( Manihot escu / enta Crantz ) doblemente modificado para uso en empa. Ciência e Tecnologia de Alimentos, (2014).

**VARGAS, E.** *Producción de almidón y uso industrial.* Revista de ciencia de la alimentación y la agricultura, (1998) vol. 2, pp. 19-20. ISSN 00225142.

**VILLEGAS, E.et al.** *Metodos de medicipon de espesores de películas delgadas basadas en óxidos semiconductores.* Revista Mexicana de Física, (2018).

**VIOLETA I, et al.** *Filtrado Decantado Secado Molienda.,* (2020).







**ZAPATA, D.** *Evaluación de biopelículas formuladas a partir de almidón de banano verde (Musa paradisiaca) y yuca (Manihot esculenta) con gel de sábila (Aloe vera).* PERÚ. 2019. , pp. 119.

**ZAVALA, P.** *Polímeros Biodegradables a partir de almidón de yuca.* *Revista de ciencia de la alimentación y la agricultura* [en línea], (2005) pp. 67-70. Disponible en: [https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/7364/Gladys\\_RuizAviles\\_2005.pdf?sequence=2](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/7364/Gladys_RuizAviles_2005.pdf?sequence=2).

**ZULUAGA, F.** *Algunas Aplicaciones Del Ácido Poli-L-Láctico.* *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, (2013) vol. 37, no. 142, pp. 125-142. ISSN 0370-3908.

## ANEXOS

### ANEXO A: EXTRACCIÓN DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA YUCA AMARILLA

a)	b)	c)	d)	e)	f)
					
<b>NOTAS</b>	<b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CIMBORAZO "ESPOCH" FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS</b>	<b>TEMA:</b> Extracción del almidón de la cascara de la yuca amarilla		
a) Cáscaras de yuca lavadas b) Licuando las cáscaras c) La muestra sedimentando para la separación de fases d) Secando las muestras e) Triturando en el molino f) Peso del almidón	<input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	<b>CARRERA QUÍMICA</b>  <b>Realizado por:</b> Yautibug Gladys	<b>LÁMINA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>
			1	1.1	2021/12/06

**ANEXO B: CARACTERIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE LA CÁSCARA DE LA YUCA AMARILLA**

a)



b)



c)



d)



e)

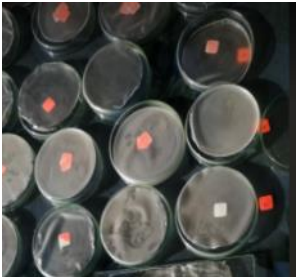






f)



NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO "ESPOCH" FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS CARRERA QUÍMICA	TEMA: Caracterización del almidón		
a) Medir la viscosidad b) Prueba de humedad c) Medir el tiempo de gelatinización d) Prueba de ceniza e) Muestra para medir el pH. f) Medir el índice de solubilidad.	<input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	<b>Realizado por:</b> Yautibug Gladys	LÁMINA	ESCALA	FECHA
			2	1.1	2021/12/06

## ANEXO C: ELABORACIÓN DEL BIOPLÁSTICO Y CARACTERIZACIÓN

<p>a) </p> <p>b) </p> <p>c) </p> <p>d) </p> <p>e) </p>					
<p><b>NOTAS</b></p>	<p><b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</b></p>	<p><b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO “ESPOCH” FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS</b></p>	<p><b>TEMA:</b> Elaboración del bioplástico</p>		
<p>a) Formulaciones de bioplástico b) Muestras para el ensayo de tracción c) Prueba de permeabilidad d) Prueba de humedad e) Prueba de solubilidad</p>	<p><input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR</p>	<p><b>CARRERA QUÍMICA</b></p> <p><b>Realizado por:</b> Yautibug Gladys</p>	<p><b>LÁMINA</b></p>	<p><b>ESCALA</b></p>	<p><b>FECHA</b></p>
			<p>3</p>	<p>1.1</p>	<p>2021/12/06</p>



**ANEXO D: CARACTERIZACIÓN DEL BIOPLÁSTICO Y VERIFICAR LA EFICIENCIA EN ALIMENTO**

a)



b)



c)



d)



e)






f)



NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO "ESPOCH"	TEMA: Caracterización del bioplástico		
a) Prueba de biodegradabilidad en tierra b) Prueba de biodegradabilidad en agua c) Prueba de biodegradabilidad en ambiente d) Medir el espesor e) Bioplástico obtenido f) Bioplástico envuelta en una fruta.	<input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	<b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS</b>  <b>CARRERA QUÍMICA</b>  <b>Realizado por:</b> Yautibug Gladys	<b>LÁMINA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>
			4	1.1	2021/12/06

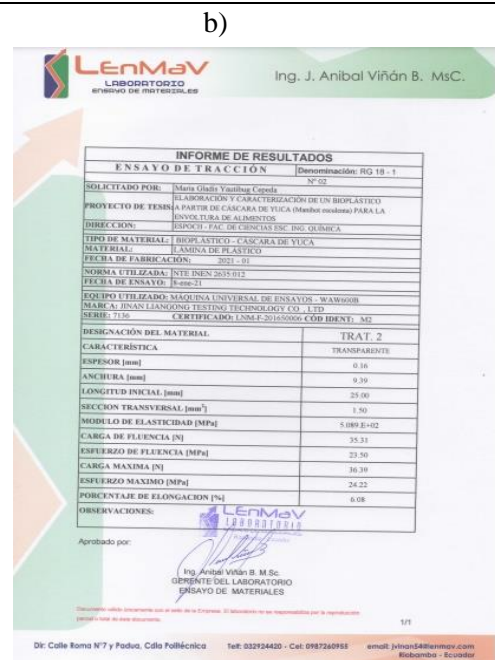
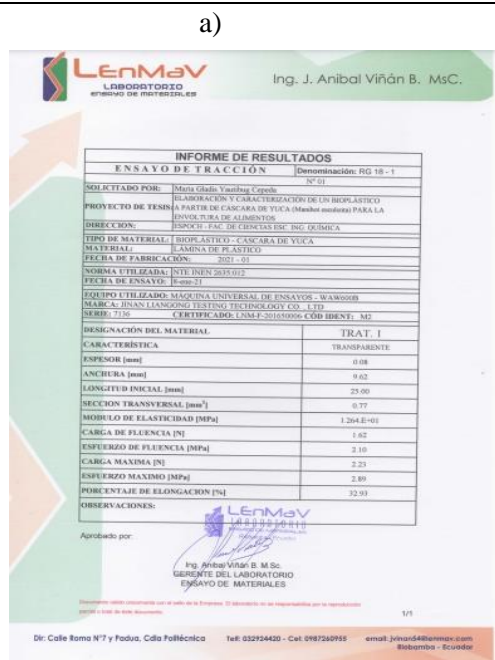
## ANEXO E: INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO DEL ALMIDÓN

 <b>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</b> ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS <small>Paramericanía Sur Km. 1, Cutuglagua Tña. 2690691-0007134, Fax 3007134          Casilla postal 17-01-340</small>																							
<b>INFORME DE ENSAYO No: 21-050</b>		INSTITUCIÓN: Particular ATENCIÓN: Srta. María Gladys Yautibug FECHA DE RECEPCIÓN: 04/02/2021 HORA DE RECEPCIÓN: 08:20 ANÁLISIS SOLICITADO: Amilosa																					
NOMBRE PETICIONARIO: Srta. María Gladys Yautibug DIRECCIÓN: Barrio Manzana Pamba FECHA DE EMISIÓN: 22 de febrero de 2021 FECHA DE ANÁLISIS: Del 4 al 22 de febrero de 2021																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ANÁLISIS</th> <th>HUMEDAD</th> <th>AMILOSA<sup>1</sup></th> <th>IDENTIFICACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>METODO</td> <td>MO-LSAIA-01-01</td> <td>MO-LSAIA-04</td> <td></td> </tr> <tr> <td>METODO REF.</td> <td>U. FLORIDA 1970</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>UNIDAD</td> <td>%</td> <td>%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>21-0288</td> <td>14.51</td> <td>37.38</td> <td>Almidón de cáscara de yuca amarilla</td> </tr> </tbody> </table>		ANÁLISIS	HUMEDAD	AMILOSA <sup>1</sup>	IDENTIFICACIÓN	METODO	MO-LSAIA-01-01	MO-LSAIA-04		METODO REF.	U. FLORIDA 1970			UNIDAD	%	%		21-0288	14.51	37.38	Almidón de cáscara de yuca amarilla		
ANÁLISIS	HUMEDAD	AMILOSA <sup>1</sup>	IDENTIFICACIÓN																				
METODO	MO-LSAIA-01-01	MO-LSAIA-04																					
METODO REF.	U. FLORIDA 1970																						
UNIDAD	%	%																					
21-0288	14.51	37.38	Almidón de cáscara de yuca amarilla																				
Los ensayos marcados con <b>Ω</b> se reportan en base seca. OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente																							
 Dr. Iván Samaniego RESPONSABLE TÉCNICO		RESPONSABLES DEL INFORME   Ing. Bladimir Ortiz RESPONSABLE CALIDAD																					
<small>Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación expresa 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 dirigida 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.</small>																							

<b>NOTAS</b>	<b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO “ESPOCH” FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS  CARRERA QUÍMICA</b>	<b>TEMA: Informe de rendimiento de amilosa</b>		
a) Informe de rendimiento de amilosa	<input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	<b>Realizado por: Yautibug Gladys</b>	<b>LÁMINA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>
			5	1.1	2021/12/06

## ANEXO F: INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO DEL ALMIDÓN

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO “ESPOCH” FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS	TEMA: Resultados de ensayo de tracción de tratamiento 1 y 2		
a) Resultado de ensayo de tracción de tratamiento 1 b) Resultado de ensayo de tracción de tratamiento 2	<input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR		CARRERA QUÍMICA	LÁMINA	ESCALA
		Realizado por: Yautibug Gladys		6	1.1









**ANEXO G: INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO DE TRACCIÓN**

a)

b)

<b>NOTAS</b>	<b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO “ESPOCH”</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS</b>  <b>CARRERA QUÍMICA</b>  <b>Realizado por:</b> Yautibug Gladys	<b>TEMA:</b> Resultados de ensayo de tracción de tratamiento 3 y 4						
a) Resultado de ensayo de tracción de tratamiento 3  b) Resultado de ensayo de tracción de tratamiento 4	<input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"><b>LÁMINA</b></td> <td style="width: 33%;"><b>ESCALA</b></td> <td style="width: 33%;"><b>FECHA</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">1.1</td> <td style="text-align: center;">2021/12/06</td> </tr> </table>	<b>LÁMINA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>	8	1.1	2021/12/06
<b>LÁMINA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>							
8	1.1	2021/12/06							

**ANEXO H: INFORME DE RESULTADO DE FIBRA Y PROTEÍNA DE ALMIDÓN Y CÁSCARA DE YUCA AMARILLA.**

<p>a)</p>  <p>Contáctanos: 0998580374 - 032924417 Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba - Ecuador</p> <p><b>INFORME DE ANÁLISIS</b></p> <p>Fecha: 02 de marzo del 2021 Análisis solicitado por: Srta. Gladys Yautibug Tipo de muestras: Almidón de cáscara de yuca amarilla Procedencia de la muestra: Riobamba</p> <p><b>Análisis Químico</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Determinaciones</th> <th>Unidades</th> <th>*Métodos de análisis</th> <th>Muestra 1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Proteína</td> <td>%</td> <td>Micro-Kjeldahl</td> <td>0.80</td> </tr> <tr> <td>Fibra</td> <td>%</td> <td>Gravimétrico</td> <td>3.10</td> </tr> </tbody> </table> <p>Observaciones:</p> <p>Atentamente,</p>   <p>Dra. Gina Álvarez R. RESPONSABLE TÉCNICO LABORATORIO Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.</p>	Determinaciones	Unidades	*Métodos de análisis	Muestra 1	Proteína	%	Micro-Kjeldahl	0.80	Fibra	%	Gravimétrico	3.10	<p>b)</p>  <p>Contáctanos: 0998580374 - 032924417 Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba - Ecuador</p> <p><b>INFORME DE ANÁLISIS</b></p> <p>Fecha: 02 de marzo del 2021 Análisis solicitado por: Srta. Gladys Yautibug Tipo de muestras: Cáscara de yuca amarilla Procedencia de la muestra: Riobamba</p> <p><b>Análisis Químico</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Determinaciones</th> <th>Unidades</th> <th>*Métodos de análisis</th> <th>Muestra 1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Proteína</td> <td>%</td> <td>Micro-Kjeldahl</td> <td>0.80</td> </tr> <tr> <td>Fibra</td> <td>%</td> <td>Gravimétrico</td> <td>3.10</td> </tr> </tbody> </table> <p>Observaciones:</p> <p>Atentamente,</p>   <p>Dra. Gina Álvarez R. RESPONSABLE TÉCNICO LABORATORIO Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.</p>	Determinaciones	Unidades	*Métodos de análisis	Muestra 1	Proteína	%	Micro-Kjeldahl	0.80	Fibra	%	Gravimétrico	3.10
Determinaciones	Unidades	*Métodos de análisis	Muestra 1																						
Proteína	%	Micro-Kjeldahl	0.80																						
Fibra	%	Gravimétrico	3.10																						
Determinaciones	Unidades	*Métodos de análisis	Muestra 1																						
Proteína	%	Micro-Kjeldahl	0.80																						
Fibra	%	Gravimétrico	3.10																						

<b>NOTAS</b>	<b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO “ESPOCH” FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS  CARRERA QUÍMICA</b>	<b>TEMA: Informe de resultado de fibra y proteína de almidón y cáscara de yuca amarilla.</b>		
a) Resultado de fibra y proteína de almidón.  b) Resultado de fibra y proteína de la cáscara.	<input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	<b>Realizado por:</b> Yautibug Gladys	<b>LÁMINA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>
			9	1.1	2021/12/06

# ANEXO I: INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL ALMIDÓN

**SAQMIC**  
Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos

**RESULTADO DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE MUESTRA DE ALMIDÓN**

NOMBRE: Yautibug Cepeda María Gladys  
 TIPO DE MUESTRA: Almidón de cañaca de Yuca amarilla.  
 FECHA DE ENTREGA DE MUESTRA: 2021-01-18  
 FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS: 2021-02-25

**Examen Físico**  
 COLOR: Blanco-amarillo  
 OLORES: Indistinto  
 ASPECTO: Polvo.

**Examen Microbiológico**

Determinaciones	Unidades	*Valores de referencia	Resultados
Coliformes Totales	UFC/g	1000-5000	Ausencia
Coliformes Fecales ( <i>Escherichia coli</i> )	UFC/g	<10	Ausencia
Hefos y levaduras	UFC/g	1000-5000	10

Valores de Referencia tomados de Guía Técnica para Producción y Análisis de Almidón de Yuca (FAC).

Atentamente  
  
 Dra. Gink Alvarez Reyes  
 RESPONSABLE TÉCNICO

SAQMIC  
 Dra. Gink Alvarez Reyes  
 Telf. 033424322 - 0332924322

Av. 11 de noviembre y Milton Reyes    Ríobamba - Ecuador  
 Contactanos: 0998580374 - 032924322

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO “ESPOCH” FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS  CARRERA QUÍMICA	TEMA: Informe de resultados microbiológicos del almidón.		
a) Informe de resultados microbiológicos del almidón	<input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	Realizado por: Yautibug Gladys	LÁMINA	ESCALA	FECHA
			10	1.1	2021/12/06

## ANEXO J: CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL APRENDIZAJE  
UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 24 / 01 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTORIA (S)
Nombres - Apellidos: <i>María Gladys Yautbug Cepeda</i>
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: <i>Ciencias</i>
Carrera: <i>Química</i>
Título a optar: <i>Química</i>
f. Analista de Biblioteca responsable: <i>Ing. Leonardo Medina Nuste MSc.</i>

LEONARDO  
FABIO MEDINA  
NUSTE

Firmado digitalmente por LEONARDO  
FABIO MEDINA NUSTE  
Nombre de reconocimiento (DN): o=C, ou=BANCO CENTRAL DEL ECUADOR, ou=UNIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION-ECIBCI, cn=LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE, serialNumber=000001485, c=EC, email=LEONARDO.FABIO.MEDINA.NUSTE@BCE.COM.EC  
Fecha: 2022.01.24 13:09:38 -05'00'



0104-DBRA-UTP-2022