



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA**

## **“OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA-99 (*Solanum tuberosum*) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS”**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

**INGENIERA QUÍMICA**

**AUTORA:** GERMANIA ALEJANDRA GUAMÁN CARGUA

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

Riobamba - Ecuador

2022

**©2022, Guamán Cargua Germania Alejandra**

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, GERMANIA ALEJANDRA GUAMÁN CARGUA, declaro que el presente trabajo de integración curricular 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 integración curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 24 de enero de 2022

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned above the printed name.

**Germania Alejandra Guamán Cargua**

**060441015-9**

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

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, “ **OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA-99 (*Solanum tuberosum*) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS** ”, realizado por la señorita: **GERMANIA ALEJANDRA GUAMÁN CARGUA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Marco Raúl Chuiza Rojas MSc. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	.....	2022-01-24
Ing. Linda Mariuxi Flores Fiallos MSc. <b>DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>	.....	2022-01-24
Bqf. Cristina Nataly Villegas Freire MSc. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	.....	2022-01-24

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a todas las personas que de una u otra manera han contribuido a lo largo de estos años, pero de manera especial a mis queridos padres: Polivio Mesías Guamán Mendoza y Germania Irene Cargua Bonifáz. Así como también, a mis hermanos: Dennis y Omar Guamán Cargua; quienes con su apoyo y confianza me han otorgado la fuerza necesaria para enfrentar desafíos. Pues ellos han sido, son mi mayor inspiración y pilar fundamental para lograr todas mis metas propuestas.

*Germania*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por todas sus bendiciones. Así como a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Carrera de Ingeniería Química por abrirme las puertas al maravilloso mundo del saber. A mis apreciados docentes por transmitirme sus sabios conocimientos, experiencia, enseñanzas y ejemplo. También, al Grupo de Investigación Ambiental y Desarrollo de la ESPOCH (GIADE) por incluir el presente trabajo, en el proyecto de investigación “Obtención de Bioplásticos a partir de los productos agrícolas del Ecuador”, a los magísteres Linda Flores y Cristina Villegas por su asesoramiento. De igual manera a mis estimados amigos por su amistad y apoyo moral.

*Germania*

## TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xviii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xix
RESUMEN.....	xx
SUMMARY/ABSTRACT.....	xxi
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Antecedentes de la Investigación.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Marco teórico.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2.1. Papa.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2.1.1. Diversidades de papas sembradas en el Ecuador.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2.1.2. Cáscara de papa.....</b>	<b>11</b>
<b>1.2.2. Plástico.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2.3. Bioplástico.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2.3.1. Clasificación Bioplástico.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2.4. Almidón.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2.4.1. Tipos de almidón.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2.4.2. Almidón de papa.....</b>	<b>16</b>
<b>1.2.4.3. Método de extracción del almidón.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.5. Aditivos para la formulación de un biopolímero.....</b>	<b>18</b>
<b>1.2.5.1. Plastificante.....</b>	<b>18</b>
<b>1.2.5.2. Ácido acético.....</b>	<b>18</b>
<b>1.2.5.3. Derivados de la celulosa.....</b>	<b>19</b>
<b>1.2.5.4. Gelatina.....</b>	<b>19</b>
<b>1.2.6. Aplicación de los biopolímeros en la industria alimentaria.....</b>	<b>19</b>
<b>1.2.6.1. En el área de Empaque o Embalaje de alimentos.....</b>	<b>19</b>

### CAPÍTULO II

<b>2. MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>21</b>
-----------------------------------	-----------

<b>2.1.</b>	<b>Objetivos</b> .....	21
2.1.1.	<i>General</i> .....	21
2.1.2.	<i>Específicos</i> .....	21
<b>2.2.</b>	<b>Hipótesis y especificación de variables</b> .....	21
2.2.1.	<i>Hipótesis General</i> .....	21
2.2.2.	<i>Hipótesis Específicas</i> .....	21
2.2.3.	<i>Identificación de variables</i> .....	22
2.2.4.	<i>Operacionalización de variables</i> .....	23
2.2.5.	<i>Matriz de consistencia</i> .....	25
<b>2.3.</b>	<b>Tipo y diseño de investigación</b> .....	27
2.3.1.	<i>Tipo de investigación</i> .....	27
2.3.1.1.	<i>Según el objeto de investigación</i> .....	27
2.3.1.2.	<i>De conformidad con el nivel de profundización en el objeto de estudio</i> .....	27
2.3.1.3.	<i>Según la manipulación de variables</i> .....	27
2.3.1.4.	<i>De acuerdo al tipo de inferencia</i> .....	27
2.3.1.5.	<i>Según el periodo temporal</i> .....	28
2.3.2.	<i>Diseño experimental de la Investigación</i> .....	28
2.3.2.1.	<i>Diseño de experimentos</i> .....	28
<b>2.4.</b>	<b>Unidad de análisis</b> .....	31
<b>2.5.</b>	<b>Población de estudio</b> .....	31
<b>2.6.</b>	<b>Tamaño de muestra</b> .....	31
<b>2.7.</b>	<b>Selección de la muestra</b> .....	31
<b>2.8.</b>	<b>Técnicas de recopilación de datos</b> .....	32
2.8.1.	<i>Recolección de datos experimentales mediante metodologías establecidas</i> .....	32
2.8.1.1.	<i>Lugar de ejecución</i> .....	32
2.8.1.2.	<i>Primera etapa: Extracción del almidón de dos variedades de cáscara de papa</i> .....	33
2.8.1.3.	<i>Segunda etapa: Formulación de la biopelícula</i> .....	56

### **CAPÍTULO III**

<b>3.</b>	<b>MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b> .....	78
<b>3.1.</b>	<b>Datos, cálculos y resultados de los análisis realizados</b> .....	78
3.1.1.	<i>Datos</i> .....	78
3.1.1.1.	<i>Datos del Análisis Físico Químico de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (Solanum tuberosum)</i> .....	78



3.1.1.2.	<i>Datos del Análisis Físico Químico del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (Solanum tuberosum)</i> .....	81
3.1.1.3.	<i>Datos de la biopelícula obtenida a partir del almidón de dos variedades de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 y aditivos, según diseño factorial 2<sup>2</sup></i> .....	83
3.1.2.	<b>Cálculos</b> .....	102
3.1.2.1.	<i>Cálculo del rendimiento del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (Solanum tuberosum)</i> .....	102
3.1.2.2.	<i>Cálculos del análisis Físico Químico de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (Solanum tuberosum)</i> .....	102
3.1.2.3.	<i>Cálculos del análisis Físico Químico del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (Solanum tuberosum)</i> .....	102
3.1.2.4.	<i>Cálculo del porcentaje de Humedad y Materia seca del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (Solanum tuberosum)</i> .....	103
3.1.2.5.	<i>Cálculo del porcentaje de ceniza y pureza del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (Solanum tuberosum)</i> .....	103
3.1.2.6.	<i>Cálculo del porcentaje del Índice de Absorción de Agua (IAA), Índice de Solubilidad de Agua (ISA) y Poder de Hinchamiento (PH), del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (Solanum tuberosum)</i> .....	104
3.1.2.7.	<i>Cálculo de la densidad aparente del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (Solanum tuberosum)</i> .....	105
3.1.2.8.	<i>Cálculos de la caracterización de la biopelícula obtenida a partir del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (Solanum tuberosum) y aditivos</i> .....	106
3.1.3.	<b>Resultados</b> .....	109
3.1.3.1.	<i>Análisis físico de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (Solanum tuberosum)</i> .....	109
3.1.3.2.	<i>Análisis sensorial de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (Solanum tuberosum)</i> .....	112
3.1.3.3.	<i>Resultados del rendimiento del almidón de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (Solanum tuberosum), según diseño factorial 2<sup>2</sup></i> .....	113
3.1.3.4.	<i>Resultados del análisis Físico Químico y Microbiológico de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (Solanum tuberosum)</i> .....	125
3.1.3.5.	<i>Análisis sensorial del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (Solanum tuberosum)</i> .....	131
3.1.3.6.	<i>Resultados del análisis Físico Químico y Microbiológico del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (Solanum tuberosum)</i> .....	132

<b>CONCLUSIONES</b> .....	185
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	187
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Estudios acerca de la obtención de biopelículas provenientes de almidón como antecedentes para el presente proyecto de Investigación .....	3
<b>Tabla 2-1:</b>	Ley Orgánica para la Racionalización, Reutilización y Reciclaje de Plásticos, y la Prohibición de Plásticos de un solo uso en el Comercio .....	5
<b>Tabla 3-1:</b>	Clasificación de variedades de papa.....	6
<b>Tabla 4-1:</b>	Composición de papas con cáscara, crudas por cada 100 g de parte comestible ..	7
<b>Tabla 5-1:</b>	Características agronómicas y morfológicas de la papa variedad Superchola .....	8
<b>Tabla 6-1:</b>	Taxonomía de la papa variedad Superchola .....	9
<b>Tabla 7-1:</b>	Características agronómicas y morfológicas de la papa variedad Fripapa-99.....	10
<b>Tabla 8-1:</b>	Taxonomía de la papa variedad Fripapa-99.....	11
<b>Tabla 9-1:</b>	Composición de los residuos de cáscara de papa.....	12
<b>Tabla 10-1:</b>	Usos y beneficios de las películas como materiales de empaque .....	15
<b>Tabla 11-1:</b>	Contenido de amilosa y amilopectina en almidones de distintas fuentes .....	16
<b>Tabla 12-1:</b>	Porcentaje de almidón presente en la variedad de papa Superchola y Fripapa-99.....	17
<b>Tabla 1-2:</b>	Identificación de variables .....	22
<b>Tabla 2-2:</b>	Operacionalidad de Variables .....	23
<b>Tabla 3-2:</b>	Matriz de Consistencia .....	25
<b>Tabla 4-2:</b>	Extracción del almidón de cáscara de papa Superchola ( <i>Solanum tuberosum</i> ), según diseño factorial 2 <sup>2</sup> .....	29
<b>Tabla 6-2:</b>	Formulación de la biopelícula según diseño factorial 2 <sup>2</sup> .....	30
<b>Tabla 8-2:</b>	Análisis para llevar a cabo la caracterización del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 .....	43
<b>Tabla 9-2:</b>	Análisis para llevar a cabo la caracterización de la biopelícula obtenida a partir del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99.....	63
<b>Tabla 1-3:</b>	Datos de humedad (base seca) de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99....	78
<b>Tabla 2-3:</b>	Datos de humedad de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 .....	79
<b>Tabla 3-3:</b>	Datos de ceniza (base seca) de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99.	79
<b>Tabla 4-3:</b>	Datos del (IAA),(ISA) y (PH) de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-9980	
<b>Tabla 5-3:</b>	Datos de humedad del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 ...	81
<b>Tabla 6-3:</b>	Datos de ceniza del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99.....	81
<b>Tabla 7-3:</b>	Datos del (IAA),(ISA) y (PH) del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99.....	82

<b>Tabla 8-3:</b>	Datos de la densidad aparente del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99.....	83
<b>Tabla 9-3:</b>	Datos de la cantidad de mezcla viscosa, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> .....	83
<b>Tabla 10-3:</b>	Datos de humedad de la biopelícula obtenida, según de diseño factorial 2 <sup>2</sup> .	84
<b>Tabla 11-3:</b>	Datos de solubilidad de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> .....	85
<b>Tabla 12-3:</b>	Datos de permeabilidad al vapor de agua de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> .....	86
<b>Tabla 13-3:</b>	Datos de permeabilidad al vapor de agua de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> .....	87
<b>Tabla 14-3:</b>	Datos de la biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el ambiente, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> día 7,14 y 21 .....	89
<b>Tabla 15-3:</b>	Datos de la biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el ambiente, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> día 28,35 y 42.....	90
<b>Tabla 16-3:</b>	Datos de la biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el ambiente, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> día 49,56 y 63.....	91
<b>Tabla 17-3:</b>	Datos de la biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el ambiente, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> día 70,77 y 84.....	92
<b>Tabla 18-3:</b>	Datos de la biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el ambiente, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> día 91,98 y 105 .....	93
<b>Tabla 19-3:</b>	Datos de la biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el ambiente, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> día 112 y 119.....	94
<b>Tabla 20-3:</b>	Datos de la biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el agua, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> día 7,14 y 21.....	95
<b>Tabla 21-3:</b>	Datos de la biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el agua, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> día 28,35 y 42 .....	96
<b>Tabla 22-3:</b>	Datos de la biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el agua, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> día 49,56 y 63 .....	97
<b>Tabla 23-3:</b>	Datos de la biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el agua, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> día 70,77 y 84 .....	98
<b>Tabla 24-3:</b>	Datos de la biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el agua, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> día 91,98 y 105 .....	99
<b>Tabla 25-3:</b>	Datos de la biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el agua, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> día 112 y 119.....	100
<b>Tabla 26-3:</b>	Datos de la biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el suelo, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> día 7 y 15.....	101
<b>Tabla 27-3:</b>	Análisis físico de la cáscara de papa Superchola y Fripapa -99 .....	110

<b>Tabla 28-3:</b>	Análisis organoléptico de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 .....	112
<b>Tabla 29-3:</b>	Definición de la nomenclatura utilizada .....	113
<b>Tabla 30-3:</b>	Resultados del rendimiento del almidón de cáscara de papa Superchola, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> .....	114
<b>Tabla 31-3:</b>	Resultado del rendimiento del almidón de cáscara de papa Fripapa-99, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> .....	115
<b>Tabla 32-3:</b>	Rendimiento global del almidón de cáscara papa Superchola y Fripapa-99 .....	116
<b>Tabla 33-3:</b>	Tabla de hipótesis de los factores que tienen efecto en la variable de respuesta tanto para la cáscara de papa Superchola como la Fripapa-99 .....	117
<b>Tabla 34-3:</b>	Análisis de Varianza para el porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Superchola .....	117
<b>Tabla 35-3:</b>	Análisis de Varianza para el porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Fripapa-99 .....	117
<b>Tabla 36-3:</b>	Resultados de la respuesta óptima para el porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Superchola .....	119
<b>Tabla 37-3:</b>	Resultados de la respuesta óptima para el porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Fripapa-99 .....	120
<b>Tabla 38-3:</b>	Hipótesis para el Test de Tukey .....	121
<b>Tabla 39-3:</b>	Test de Tukey para el porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Superchola por tratamiento .....	121
<b>Tabla 40-3:</b>	Comparación entre medias del porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Superchola por tratamiento, 95% de Tukey HSD .....	122
<b>Tabla 41-3:</b>	Test de Tukey para el porcentaje del rendimiento del almidón de cáscara de papa Fripapa-99 por tratamiento .....	123
<b>Tabla 42-3:</b>	Comparación entre medias del porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Fripapa-99 por tratamiento, 95% de Tukey HSD .....	124
<b>Tabla 43-3:</b>	Resultados de humedad (base seca) de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 .....	125
<b>Tabla 44-3:</b>	Resultados de humedad (base húmeda) de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 .....	125
<b>Tabla 45-3:</b>	Resultados de ceniza (base seca y húmeda) de las dos variedades de cáscara de papa .....	126
<b>Tabla 46-3:</b>	Resultados del (IAA), (ISA) y (PH) de las dos variedades de cáscara de papa .....	126
<b>Tabla 47-3:</b>	Resultados de pH de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 .....	127
<b>Tabla 48-3:</b>	Resultados de viscosidad .....	127
<b>Tabla 49-3:</b>	Resultados de temperatura de gelatinización .....	127

<b>Tabla 50-3:</b>	Resultados de fibra y proteína cruda de las dos variedades de cáscara de papa .....	128
<b>Tabla 51-3:</b>	Resultados del análisis microbiológico de las dos variedades de cáscara de papa .....	128
<b>Tabla 52-3:</b>	Resumen de la caracterización de la cáscara de papa Superchola y Fri papa-99 .....	129
<b>Tabla 53-3:</b>	Análisis organoléptico del almidón de cáscara de papa Superchola y Fri papa-99.....	131
<b>Tabla 54-3:</b>	Resultados de humedad y materia seca de los almidones obtenidos.....	132
<b>Tabla 55-3:</b>	Resultados de ceniza de los almidones obtenidos.....	133
<b>Tabla 56-3:</b>	Resultados del (IAA),(ISA) y (PH) de los almidones obtenidos .....	134
<b>Tabla 57-3:</b>	Resultado de pH de los almidones obtenidos .....	135
<b>Tabla 58-3:</b>	Resultados de viscosidad de los almidones obtenidos.....	136
<b>Tabla 59-3:</b>	Resultados de temperatura de gelatinización de los almidones obtenidos ...	137
<b>Tabla 60-3:</b>	Resultados de la densidad aparente de los almidones obtenidos.....	138
<b>Tabla 61-3:</b>	Resultados de sensibilidad de los almidones obtenidos .....	139
<b>Tabla 62-3:</b>	Resultados de amilosa y amilopectina de los almidones obtenidos .....	139
<b>Tabla 63-3:</b>	Resultados de fibra y proteína cruda de los almidones obtenidos .....	140
<b>Tabla 64-3:</b>	Resultados del porcentaje de pureza de los almidones obtenidos .....	141
<b>Tabla 65-3:</b>	Resultados del análisis microbiológico de los almidones obtenidos.....	142
<b>Tabla 66-3:</b>	Resumen de resultados del análisis Físico Químico y Microbiológico del almidón de cáscara de papa Superchola y Fri papa-99.....	143
<b>Tabla 67-3:</b>	Resultados de formulaciones preliminares a la obtención de la biopelícula, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> .....	146
<b>Tabla 68-3:</b>	Tabla de variables para la obtención de la biopelícula, según diseño factorial 22 .....	147
<b>Tabla 69-3:</b>	Cantidades y densidades de las constantes/aditivos para la obtención de la biopelícula, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> .....	148
<b>Tabla 70-3:</b>	Cantidad y densidad de la variable de glicerina para la obtención de la biopelícula, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> .....	148
<b>Tabla 71-3:</b>	Nomenclatura de las cantidades de las variables expresadas en porcentaje peso para la obtención de la biopelícula, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> .....	148
<b>Tabla 72-3:</b>	Cantidades de variables y constantes expresadas en porcentaje en peso para la obtención de la biopelícula, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> .....	149
<b>Tabla 73-3:</b>	Resultados del análisis sensorial de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> .....	150

<b>Tabla 74-3:</b>	Resultados del espesor de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> .....	152
<b>Tabla 75-3:</b>	Hipótesis para el análisis de varianza del espesor de la biopelícula.....	154
<b>Tabla 76-3:</b>	Análisis de Varianza para el espesor de la biopelícula.....	154
<b>Tabla 77-3:</b>	Resultados del porcentaje de humedad de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> .....	156
<b>Tabla 78-3:</b>	Resultados del porcentaje de solubilidad de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> .....	158
<b>Tabla 79-3:</b>	Resultados de la permeabilidad la vapor de agua de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> .....	160
<b>Tabla 80-3:</b>	Resultados de las propiedades mecánicas de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> .....	162
<b>Tabla 81-3:</b>	Resultados de la biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el ambiente, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> .....	164
<b>Tabla 82-3:</b>	Apariencia de la biodegradabilidad por pérdida de área en el ambiente de la biopelícula, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> del día 7 al 42.....	166
<b>Tabla 83-3:</b>	Apariencia de la biodegradabilidad por pérdida de área en el ambiente de la biopelícula, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> del día 49 al 84.....	167
<b>Tabla 84-3:</b>	Apariencia de la biodegradabilidad por pérdida de área en el ambiente de la biopelícula, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> del día 91 al 119 .....	168
<b>Tabla 85-3:</b>	Resultados del porcentaje de biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el agua, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> .....	169
<b>Tabla 86-3:</b>	Apariencia de la biodegradabilidad por pérdida de área en el agua de la biopelícula, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> del día 7 al 42.....	171
<b>Tabla 87-3:</b>	Apariencia de la biodegradabilidad por pérdida de área en el agua de la biopelícula, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> del día 49 al 84.....	172
<b>Tabla 88-3:</b>	Apariencia de la biodegradabilidad por pérdida de área en el agua de la biopelícula, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> del día 91 al 119.....	173
<b>Tabla 89-3:</b>	Resultados del porcentaje de biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el suelo, según diseño factorial .....	174
<b>Tabla 90-3:</b>	Apariencia de la biodegradabilidad por pérdida de área en el suelo de la biopelícula, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> del día 7 al 15.....	175
<b>Tabla 91-3:</b>	Escala hedónica empleada para el análisis sensorial de la biopelícula obtenida según diseño factorial 2 <sup>2</sup> en el recubrimiento de fresas.....	176
<b>Tabla 92-3:</b>	Resultados del tiempo de vida útil de la fresa sin y con recubrimiento de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> mediante análisis sensorial..	177

<b>Tabla 93-3:</b>	Resultados del tiempo de vida útil y grado de aceptabilidad de la fresa sin y con recubrimiento de la biopelícula obtenida, según diseño factorial $2^2$ .....	179
<b>Tabla 94-3:</b>	Resumen de resultados de la caracterización de la biopelícula obtenida, según diseño factorial $2^2$ .....	180
<b>Tabla 95-3:</b>	Continuación de resumen de resultados de la caracterización de la biopelícula obtenida, según diseño factorial $2^2$ .....	182
<b>Tabla 96-3:</b>	Selección del mejor tratamiento de biopelícula obtenida, según diseño factorial $2^2$ .....	184
<b>Tabla 97-3:</b>	Resultados de prueba de hipótesis específicas .....	184



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1.</b>	Papa variedad Superchola .....	8
<b>Figura 2-1.</b>	Papa Variedad Fripapa-99.....	10
<b>Figura 3-1.</b>	Tipos de bioplásticos de acuerdo a su origen .....	13
<b>Figura 4-1.</b>	Clasificación de los biopolímeros según su fuente.....	14
<b>Figura 6-1.</b>	Aplicaciones de revestimientos de polisacáridos sobre alimentos .....	20
<b>Figura 1-2.</b>	Representación del diseño factorial $2^2$ .....	28
<b>Figura 2-2.</b>	Selección papa, por variedad (Superchola y Fripapa-99).....	34
<b>Figura 3-2.</b>	Lavado y cepillado de papa, por variedad (Superchola y Fripapa-99).....	34
<b>Figura 4-2.</b>	Pesaje de papa, por variedad (Superchola y Fripapa -99) .....	35
<b>Figura 5-2.</b>	Pelado de papa, por variedad (Superchola y Fripapa-99) .....	35
<b>Figura 6-2.</b>	Pesaje de cáscara, por variedad (Superchola y Fripapa-99).....	35
<b>Figura 7-2.</b>	Troceado de cáscara, por variedad (Superchola y Fripapa-99).....	36
<b>Figura 8-2.</b>	Licuada de cáscara, por variedad (Superchola y Fripapa-99).....	36
<b>Figura 9-2.</b>	Filtrado del licuado de cáscara, por variedad (Superchola y Fripapa - 99) .....	37
<b>Figura 10-2.</b>	Sedimentado del filtrado de cáscara, por variedad (Superchola y Fripapa-99). 37	
<b>Figura 11-2.</b>	(a) Eliminación del sobrenadante después de 6 h; (b) Almidón base húmeda; (c) Primer lavado del almidón por variedad de cáscara .....	38
<b>Figura 12-2.</b>	(d-e) Lavado y sedimentado del almidón durante 3 h; (f) Almidón por variedad de cáscara, después del primer lavado .....	38
<b>Figura 13-2.</b>	(g-h) Segundo lavado y sedimentado del almidón durante 3 h; (i) Almidón por variedad de cáscara después del segundo lavado .....	38
<b>Figura 14-2.</b>	(j -k) Tercer lavado y sedimentado del almidón durante 3 h; (l) Almidón por variedad de cáscara, después del tercer lavado .....	39
<b>Figura 15-2.</b>	Secado del almidón por variedad de cáscara. (a) Día 1 y (b) Día 10 .....	39
<b>Figura 16-2.</b>	Pesaje del almidón de cáscara .....	40
<b>Figura 17-2.</b>	Molienda del almidón de cáscara, por variedad (Superchola y Fripapa-99).....	40
<b>Figura 18-2.</b>	Tamizado del almidón de cáscara, por variedad (Superchola y Fripapa-99) .....	41
<b>Figura 19-2.</b>	Empaquetado y etiquetado del almidón de cáscara, por variedad (Superchola y Fripapa-99) .....	41
<b>Figura 20-2.</b>	Pesaje del almidón de cáscara de papa. ....	41
<b>Figura 21-2.</b>	Pesaje individual del almidón.....	57
<b>Figura 22-2.</b>	Mezcla de los almidones .....	57
<b>Figura 23-2.</b>	Adición de componentes .....	58
<b>Figura 24-2.</b>	Agitación homogénea de todos los componentes .....	58

<b>Figura 25-2.</b>	Calentamiento de la mezcla a baño María.....	58
<b>Figura 26-2.</b>	Pesaje de la placa de vidrio vacía.....	59
<b>Figura 27-2.</b>	Vaciado de la mezcla viscosa.....	59
<b>Figura 28-2.</b>	Pesaje de la placa vacía con la mezcla viscosa.....	60
<b>Figura 29-2.</b>	(a) Secado de los tratamientos con sus repeticiones, día 1 y (b) Día 5.....	60
<b>Figura 30-2.</b>	Pesaje de la biopelícula obtenida.....	61
<b>Figura 31-2.</b>	Desmoldado de la biopelícula obtenida.....	61
<b>Figura 32-2.</b>	Almacenamiento de los tratamientos (a) Ligeramente transparente a distancia lejana; (b) TBP1; (c) TBP2;(d) TBP3 y (e) TBP4.....	62
<b>Figura 1-3.</b>	Análisis físico de la papa Superchola y Fripapa-99.....	109
<b>Figura 2-3.</b>	a) Forma de gránulos de almidón de cáscara de papa Superchola y b) Fripapa- 99 de la presente investigación, vistos con un lente objetivo de 40 x.....	131

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-2.</b>	Selección de la muestra .....	31
<b>Gráfico 2-2.</b>	Diagrama de flujo de la extracción del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa 99 ( Solanum tuberosum) .....	33
<b>Gráfico 3-2.</b>	Diagrama de flujo para la obtención de una biopelícula para el embalaje de alimentos.....	56
<b>Gráfico 1-3.</b>	Diagrama de Pareto Estandarizado para el porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Superchola.....	118
<b>Gráfico 2-3.</b>	Diagrama de Pareto Estandarizado para el porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Fripapa-99 .....	119
<b>Gráfico 3-3.</b>	Superficie de respuesta estimada para el porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Superchola.....	120
<b>Gráfico 4-3.</b>	Superficie de respuesta estimada del porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Fripapa-99 .....	121
<b>Gráfico 5-3.</b>	Medias del porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Superchola y 95% de Tukey HSD .....	123
<b>Gráfico 6-3.</b>	Medias del porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Fripapa-99 y 95% de Tukey HSD .....	124
<b>Gráfico 7-3.</b>	Diagrama de Pareto Estandarizado para el espesor.....	155
<b>Gráfico 8-3.</b>	Superficie de respuesta estimada para el espesor .....	155
<b>Gráfico 9-3.</b>	Superficie de respuesta para el porcentaje de humedad.....	157
<b>Gráfico 10-3.</b>	Diagrama de Pareto Estandarizado para la humedad.....	157
<b>Gráfico 11-3.</b>	Superficie de respuesta estimada para el porcentaje de solubilidad .....	159
<b>Gráfico 12-3.</b>	Diagrama de Pareto Estandarizado para la solubilidad .....	159
<b>Gráfico 13-3.</b>	Permeabilidad de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 22 .....	161
<b>Gráfico 14-3.</b>	Propiedades Mecánicas.....	163
<b>Gráfico 15-3.</b>	Propiedad mecánica .....	163
<b>Gráfico 16-3.</b>	Porcentaje de biodegradabilidad en el ambiente .....	165
<b>Gráfico 17-3.</b>	Porcentaje de biodegradabilidad en el agua.....	170
<b>Gráfico 18-3.</b>	Porcentaje de biodegradabilidad en el suelo .....	175

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A.** ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LA CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA-99 (*Solanum tuberosum*)
- ANEXO B.** ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA-99 (*Solanum tuberosum*)
- ANEXO C.** FORMULACIONES PRELIMINARES A LA OBTENCIÓN DE LA BIOPELÍCULA
- ANEXO D.** BIOPELÍCULA OBTENIDA, SEGÚN DISEÑO FACTORIAL 2<sup>2</sup>
- ANEXO E.** CARACTERIZACIÓN DE LA BIOPELÍCULA OBTENIDA A PARTIR DEL ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA 99 (*Solanum tuberosum*) Y ADITIVOS, SEGÚN DISEÑO FACTORIAL 2<sup>2</sup>
- ANEXO F.** MICROORGANISMOS ENCONTRADOS EN LA BIODEGRADABILIDAD POR PÉRDIDA DE ÁREA DE LA BIOPELÍCULA OBTENIDA, SEGÚN DISEÑO FACTORIAL EN EL SUELO A LOS 7 DÍAS
- ANEXO G.** ACONDICIONAMIENTO DE MATERIA PRIMA: FRESA FRESCA USADA PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL ALIMENTO MEDIANTE ANÁLISIS SENSORIAL
- ANEXO H.** TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LA FRESA SIN RECUBRIMIENTO (FSE), MEDIANTE ANÁLISIS SENSORIAL
- ANEXO I.** TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LA FRESA CON RECUBRIMIENTO DE LA BIOPELÍCULA OBTENIDA SEGÚN DISEÑO FACTORIAL 2<sup>2</sup>, MEDIANTE ANÁLISIS SENSORIAL
- ANEXO J.** RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA BIOPELÍCULA OBTENIDA, SEGÚN DISEÑO FACTORIAL 2<sup>2</sup>
- ANEXO K.** RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA-99
- ANEXO L.** RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL ALMIDÓN DE CÁSCARA PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA-99
- ANEXO M.** RESULTADOS DE LA CANTIDAD DE AMILOSA DEL ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA-99

## RESUMEN

El objetivo del presente proyecto de investigación fue la obtención de una biopelícula a partir de dos variedades de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (*Solanum tuberosum*) para el embalaje de alimentos. Para ello se dividió en dos etapas: la primera correspondiente a la extracción del almidón mediante método húmedo, mismo que constó de varias fases como: selección y lavado, pesaje, pelado, troceado, licuado, filtrado, sedimentado, decantado, secado, molienda, tamizado y empaquetado. Seguido a esto se llevó el análisis proximal de los almidones adquiridos por medio de métodos de ensayo establecidos. En tanto que para la segunda etapa referente a la obtención de la biopelícula se aplicó el diseño factorial  $2^2$  usando el programa de Statgraphics Centurion XVI.I para el establecimiento de formulaciones. Los valores de la caracterización de los almidones extraídos indicaron buena calidad. Además, el análisis de varianza del rendimiento del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 determinó que los factores: RPM y Tiempo de Triturado tienen efecto significativo en la variable de respuesta. Aun así se concluye que la mejor biopelícula obtenida con características físico químicas y mecánicas aceptables y cercanas a las fijadas, fue la del Tratamiento de Biopelícula 2 (TBP2) con una composición de 2.46% de almidón de cáscara de papa Superchola, 2.46% de almidón de cáscara de papa Fripapa-99, 3.10% de glicerina, 0.50% de gelatina, 3.72% de carboximetilcelulosa, 3.98% de ácido acético y 83.78% de agua; esta alargó el tiempo de vida útil de la fresa recubierta hasta el día nueve y presentó 100% de biodegradabilidad en el suelo a los 15 días. Se recomienda variar el porcentaje de glicerina en dicha formulación, para que aumente el esfuerzo máximo necesario, acorde a la ASTM D-638 para que pueda competir con plásticos de baja densidad como el polietileno.

**Palabras clave:** <CÁSCARA PAPA (*Solanum tuberosum*)>, < MÉTODO HÚMEDO>, <TIEMPO DE TRITURADO>, <PORCENTAJE DE ALMIDÓN>, <PORCENTAJE DE GLICERINA>, <BIOPELÍCULA>, <BIODEGRADABILIDAD>, <VIDA ÚTIL DEL ALIMENTO>.



2007-DBRA-UTP-2021

## SUMMARY/ABSTRACT

The objective of this research project was to obtain a biofilm from two varieties of potato peel Superchola and Fripapa-99 (*Solanum tuberosum*) for packaging food. For this, it was divided into two stages: the first corresponding to the extraction of starch by means of a wet method, which consisted of several phases such as: selection and washing, weighing, peeling, chopping, liquefying, filtering, settling, decanting, drying, grinding, sieved and packed. This was followed by the proximal analysis of the starches acquired by means of established test methods. While for the second stage regarding the obtaining of the biofilm, the 2<sup>2</sup> factorial design was applied using the Statgraphics Centurion XVI.I program for the establishment of formulations. The characterization values of the extracted starches indicated good quality. In addition, the analysis of variance of the yield of the potato peel starch Superchola and Fripapa-99 determined that the factors: RPM and Crushing Time have a significant effect on the response variable. Even so, it is concluded that the best biofilm obtained with acceptable physical-chemical and mechanical characteristics and close to those set, was that of Biofilm Treatment 2 (TBP2) with a composition of 2.46% of Superchola potato peel starch, 2.46% of starch Fripapa-99 potato peel, 3.10% glycerin, 0.50% gelatin, 3.72% carboxymethylcellulose, 3.98% acetic acid and 83.78% water; this extended the useful life of the coated strawberry until day nine and it presented 100% biodegradability in the soil after 15 days. It is recommended to vary the percentage of glycerin in this formulation, to increase the maximum effort necessary, according to ASTM D-638 so that it can compete with low-density plastics such as polyethylene.

**Keywords:** <POTATO SHELL (*Solanum tuberosum*)>, <WET METHOD>, <CRUSHING TIME>, <PERCENT OF STARCH>, <PERCENT OF GLYCERIN>, <BIOFILM>, <BIODEGRADABILITY>, <SHELF LIFE OF FOOD>.

## INTRODUCCIÓN

La producción elevada de plástico sintético a base del petróleo a nivel mundial para diversas aplicaciones, ha aumentado considerablemente desde las primeras décadas del siglo XX hasta la actualidad; ocasionando efectos adversos en el ecosistema y salud humana: alterando el estado natural de fuentes hídricas, aire y suelo, especialmente por su característica de no biodegradabilidad los convierte en residuos difíciles de eliminar. Pues cada año se producen alrededor de 100 toneladas de plástico, donde aproximadamente el 30% se utiliza como material de embalaje (Arrieta et al., 2018: p.2).

Ecuador anualmente arroja cerca de 531.461 toneladas de plástico donde la mitad pertenece a envases de espuma flex y fundas (Diario La Hora, 2020; citado en Morán, 2020). No obstante, la ley ecuatoriana ha demostrado avances en el cuidado del medio ambiente, pues el 4 de noviembre del 2020 la Asamblea Nacional aprobó en segundo debate la Ley Orgánica para la Racionalización, Reutilización y Reciclaje de Plásticos, y la Prohibición de Plásticos de un solo uso, con el objeto de mitigar, generar procesos de economía circular y mejorar las condiciones ambientales (Mortola, 2020; citado en Morán, 2020).

Es así como surgen los polímeros biodegradables considerados como una de las estrategias para minimizar el impacto ambiental. Se han elaborado biopelículas a partir de recursos renovables como: almidón, celulosa, lípidos y proteínas, o la combinación entre ellos. Siendo el almidón tanto en la industria como en la academia, uno de los biopolímeros de gran interés para desarrollar los materiales de embalaje amigables con el ambiente: por ser abundante, de bajo costo y biodegradable. Por ello el almidón de yuca, papa y plátano, es considerado como el compuesto con mayor posibilidad de éxito frente a los consumidores (Rodríguez y Molano, 2020: p.15), debido a que al mezclar con otro tipo de sustancias o la adición de plastificantes como: el glicerol, poliéster, polietilenglicol, urea entre otros (Rutiaga, 2002, p.19); se obtienen materiales con características deseables de un empaque; mejorando así las propiedades mecánicas, de barrera y transmisión de luz (Villada, 2007, p.10).

Mientras que entre las principales opciones de uso de la biopelícula se encuentra, en las aplicaciones alimentarias y en especial en productos altamente perecederos como los pertenecientes a la cadena hortofrutícola cuya función involucra, primordialmente la conservación de los parámetros de calidad del producto, incremento de la vida útil y sin alteración en las características sensoriales y nutricionales (López et al., 2015: p.27). Es así que, según Valero et al., (2013, pp.172-173), menciona que: “Los polímeros de almidón se utilizan en un 75% para la elaboración de envases y embalajes”.

En el presente proyecto de investigación se estudia los biopolímeros provenientes de recursos naturales obtenidos a partir de biomasa generada por un asadero del Cantón Chambo provincia

de Chimborazo correspondiente a la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99, atribuyendo valor agregado a este residuo renovable, no muy aprovechado para extraer el almidón ( material polimérico) y usarlo en la obtención de una biopelícula: con características físico químicas y mecánicas que sean apropiadas para el embalaje y conservación de alimentos.



## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1. Antecedentes de la Investigación

Se han realizado varios estudios de obtención de biopelículas a partir de biopolímeros provenientes de almidón, los mismos que se indican en la siguiente tabla:

**Tabla 1-1:** Estudios acerca de la obtención de biopelículas provenientes de almidón como antecedentes para el presente proyecto de Investigación

No.	AÑO	TEMA DE LA INVESTIGACIÓN	AUTOR/ES	TIPO	PAÍS
1	2020	“Elaboración de una película plástica biodegradable a partir de almidón extraído de residuos de dos diferentes variedades de papas industrializadas”.	Melani Damaris Chulde Fuentes	Tesis	Ecuador
2	2019	“Biopolímeros capaces de reemplazar a los plásticos tradicionales”.	Natalia Sofía Barahona Alvear. <sup>1</sup> , Hernán Patricio Tixi Toapanta. <sup>2</sup> , Segundo Hugo Calderón. <sup>3</sup> & Lorena Barahona Alvear. <sup>4</sup>	Artículo científico	Ecuador
3	2019	“Obtención de plásticos biodegradables a partir de almidón de cáscaras de papa para su aplicación industrial”.	Jenny Marcela Guamán Bravo	Tesis	Ecuador
4	2019	“Elaboración y caracterización de una biopelícula a partir de almidón de plátano verde ( <i>Musa paradisiaca</i> )”.	Milagro De La Paz Argueta Miranda & Astrid Melissa Trujillo Rivera	Tesis	San Salvador

		incorporando aceite esencial de orégano ( <i>Origanum sp.</i> ) como inhibidor microbiano en la preservación de fresas empacadas”.			
5	2018	“Biopelículas fotoactivas: material de empaque en alimentos sensibles a la oxidación”.	Lina Johanna Niño Otálora <sup>1</sup> , Angélica María García Torres <sup>2*</sup> , Oscar Julio Medina Vargas <sup>3</sup> & Carlos Iván Rojas Morales <sup>4</sup>	Artículo Científico	Colombia
6	2018	“Formulación y caracterización de una biopelícula comestible elaborada a partir de almidón de sorgo ( <i>Sorghum bicolor (L.) Moench</i> ) y yuca ( <i>Manihot esculenta</i> )”.	Arévalo Alvarenga Verónica Lisette, Azucena Peña Gerson Arnoldo & Laínez Amaya Sandra Elisa	Tesis	San Salvador
7	2016	“Elaboración de bioplásticos a partir de almidón residual obtenido de peladoras de papa y determinación de su biodegradabilidad a nivel de laboratorio”.	Paola Nathali Meza Ramos	Tesis	Perú
8	2015	“Obtención de plástico biodegradable a partir de almidón de patata”.	Mónica Margarita Charro Espinosa	Tesis	Ecuador

Realizado por: Guamán Cargua, Alemania, 2022.

**Tabla 2-1:** Ley Orgánica para la Racionalización, Reutilización y Reciclaje de Plásticos, y la Prohibición de Plásticos de un solo uso en el Comercio

No.	Año	LEY	OBJETIVO
1	2020	La Asamblea Nacional aprobó el 4 de noviembre del 2020 en segundo debate la Ley Orgánica para la Racionalización, Reutilización y Reciclaje de Plásticos, y la Prohibición de Plásticos de un solo uso en el Comercio.	El objetivo de la Ley es "proteger la salud humana, el ambiente y la naturaleza; sensibilizar a las personas y reducir progresivamente los plásticos de un solo uso que se disponen en el mercado nacional". Cabe mencionar que en el plazo de un año quedará prohibida la comercialización y uso de bolsas y envases de plásticos para bebidas y alimentos de consumo humano.

**Fuente:** (El Comercio, 2020, párr.1) & (El Universo, 2020, párrs.3-5).

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

Por lo antes expuesto el presente proyecto de investigación tiene como objetivo general: Obtener una biopelícula a partir de dos variedades de cáscara de papa Superchola y Friepapa-99 (*Solanum tuberosum*) para el embalaje de alimentos.

## 1.2. Marco teórico

### 1.2.1. Papa

La papa es considerada como un alimento que aun presenta muchas posibilidades sin explorar. Incluso ocupa el cuarto lugar como cultivo alimentario en el mundo, según su orden de relevancia luego del trigo, arroz y maíz (Prada, 2012, p.182).

#### 1.2.1.1. Diversidades de papas sembradas en el Ecuador

Si bien es cierto la papa cultivada a nivel internacional pertenece a una especie botánica única (*Solanum tuberosum* L.). Esta a su vez es uno de los cultivos más significativos en el Ecuador por ser un alimento básico de alto valor nutricional, el valor económico de su producción, y por ser una fuente de ingreso para la familia campesina, así como de numerosos agricultores (Andrade, 1998, p.2).

El cultivo de papa en el Ecuador se distribuye en la región interandina en tres zonas principales: Zona norte: Carchi e Imbabura; Zona centro: Chimborazo, Cotopaxi, Tungurahua, Pichincha y Bolívar, y Zona Sur: Cañar, Azuay y Loja (Andrade, 1998, p.2).

Cabe mencionar que la provincia de Chimborazo tiene la mayor superficie dedicada a la siembra de papa a nivel nacional. Esta a su vez presenta tres zonas productoras de papa: occidente, nororiente y cordillera central. La primera comprende los cantones Riobamba y Colta. La segunda el cantón Chambo y la tercera el cantón Guano. Además, la siembra de papa en dichos cantones se la lleva a cabo en determinados meses, así como durante todo el año (Pumisacho y Sherwood, 2002: p.29).

En Ecuador existen variedades de papa cuya diferencia radica en su descripción agronómica y morfológica, pertenecientes a las especies *S. tuberosum* y *S. phureja*; otras especies como *S. demissum* y *S. vertifolium*, han contribuido como líneas parentales de las variedades existentes. Es así que las variedades de papa se pueden clasificar en: nativas y mejoradas. Las primeras hacen referencia al proceso de selección empírica realizado por los agricultores a través de cientos y miles de años, y la presión de la naturaleza; mientras que las mejoradas son el resultado de una investigación minuciosa en campo y laboratorio utilizando materiales exóticos y nativos (Pumisacho y Sherwood, 2002: p.42).

**Tabla 3-1:** Clasificación de variedades de papa

No.	NATIVAS	MEJORADAS
1	Chola, Uvilla, Bolona y Yema de Huevo	INIAP- María (1980), Superchola, INIAP- Gabriela (1982), INIAP- Esperanza (1983), INIAP- Fripapa 99 (1995), INIAP Soledad Cañari (1997) y Santa Cecilia (1976)

**Fuente:** (Andrade, 1998, p.2).

**Realizado por:** Guamán Cargua, Alemania, 2022.

- *Composición*

La presente tabla indica el contenido de nutrientes para 100 gramos de porción comestible, incluso para aquellos productos que se usan con la porción desechable como parte del alimento. Cabe destacar que una de las aplicaciones más significativas de la TCA- INCAP (Tabla de Composición de Alimentos- Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá) dentro de la industria alimentaria es para la formulación de productos nuevos y formulación de etiquetado nutricional (Menchú y Méndez, 2007: pp.7-9).

**Tabla 4-1:** Composición de papas con cáscara, crudas por cada 100 g de parte comestible

<b>PAPAS CON CÁSCARA, CRUDAS</b>			
Composición por cada 100 g de parte comestible			
<b>No.</b>	<b>COMPONENTE</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
1	Agua	%	79,34
2	Energía	kcal	77,00
3	Proteínas	g	2,02
4	Grasa Total	g	0,09
5	Carbohidratos	g	17,47
6	Fibra Diet. Total	g	2,20
7	Ceniza	g	1,08
8	Calcio	mg	12,00
9	Fosforo	mg	57,00
10	Hierro	mg	0,78
11	Tiamina	mg	0,08
12	Riboflavina	mg	0,03
13	Niacina	mg	1,05
14	Vit.C	mg	20,00
15	Vit. A Equi Retinol	mcg	0,00
16	Ác. grasos mono-insat.	g	0,00
17	Ác. grasos poli-insat.	g	0,04
18	Ác. Grasos saturados	g	0,03
19	Colesterol	mg	0,00
20	Potasio	mg	421,00
21	Sodio	mg	6,00
22	Zinc	mg	0,29
23	Magnesio	mg	23,00
24	Vit. B6	mg	0,29
25	Vit. B12	mcg	0,00
26	Ac. Fólico	mcg	0,00
27	Folato Equiv.FD	mcg	16,00
28	% Fracción Comestible	%	1,00

**Fuente:** (Menchú y Méndez, 2007: p.37).

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

- *Superchola*

La variedad Superchola es una papa mejorada, fue liberada en 1984 por el Sr. Germán Bastidas Vaca, un agricultor del cantón Montufar, Carchi; misma que es el resultado de la

selección a partir de los cruzamientos de “Rosita” y “Curipamba Negra”, dando origen a “Curicana” que seguidamente fue cruzada con *Solanum Phureja* de la cual resultó un híbrido, este a su vez fue cruzado con Chola de la cual se seleccionaron tres genotipos (clones) más destacados, mismos que finalmente se recruzaron entre sí, originando a la variedad de papa mejorada “Superchola”. Las provincias de mayor cultivo de esta variedad de papa son: Carchi, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Chimborazo (Mastrocola et al., 2016: pp.1-2).







**Figura 1-1.** Papa variedad Superchola

Realizado por: Guamán Cargua, Alemania, 2022.

**Tabla 5-1:** Características agronómicas y morfológicas de la papa variedad Superchola

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS		
<b>Maduración</b>	Tardía ( 180-210 días)	
<b>Rendimiento</b>	20-30 t/ha	
<b>Cont. De materia seca</b>	22-24%	
<b>Gravedad específica</b>	1.098	
<b>Período de dormancia</b>	80 días	
<b>Altitud de cultivo</b>	2800-3400 m.s.n.m.	
<b>Enfermedades</b>	Susceptible a lancha ( <i>Phytophthora infestans</i> Mont. De Bary). Medianamente resistente a roya ( <i>Puccinia piittieriana</i> P. Hennings) Tolerante al nematodo del quiste ( <i>Globodera pallida</i> Stone Behrens)	
<b>USOS</b>	<b>Consumo en fresco</b>	Sopas y puré
	<b>Consumo procesado</b>	Papas fritas en forma de hojuelas (chips) y tipo bastón/ francesa.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS			
PLANTA	HOJAS	FLORACIÓN	TUBÉRCULOS
Hábito de crecimiento erecto, tallos pigmentados, presencia de alas rectas y onduladas.	Disecionadas, de color verde intenso con tres a cuatro pares de folíolos laterales, un folíolo terminal, dos a tres pares de interhojuelas entre folíolos laterales y uno a dos pares de interhojuelas sobre peciolulos.	Moderada, flor morada con color secundario blanco, forma de la corola estrellada.	Forma ovalada ojos superficiales; color predominante rosado, color secundario blanco crema, distribuido alrededor de los ojos, pulpa amarillo intenso. <b>BROTES:</b> Color predominante blanco y su color secundario en la base violeta.
			

Fuente: (Mastrocola et al., 2016: pp.1-2).

Realizado por: Guamán Cargua, Alemania, 2022.

**Tabla 6-1:** Taxonomía de la papa variedad Superchola

No.	CARACTERÍSTICAS	
1	<b>Familia</b>	<i>Solanaceae</i>
2	<b>Género</b>	<i>Solanum</i>
3	<b>Subgénero</b>	<i>Potatoe</i>
4	<b>Sección</b>	<i>Petota</i>
5	<b>Serie</b>	<i>Tuberosa</i>
6	<b>Especie</b>	<i>Solanum tuberosum</i>
7	<b>Subespecie</b>	<i>andigena</i>

Fuente: (Pumisacho y Sherwood, 2002: pp.33-44).

Realizado por: Guamán Cargua, Alemania, 2022.

- *Fripapa-99*

INIAP-Fripapa 99 es una variedad de papa que proviene del material generado por el Centro Internacional de la Papa (CIP), y seleccionado por el Programa Nacional de Raíces y Tubérculos - Papa (PNRT-Papa). En el año 1991 se empezó con su selección con la identificación del clon C-399, en la estación Experimental Santa Catalina; y a partir de 1992 en varias localidades de la Sierra en campos de productores con método de investigación participativa. Esta a su vez resulta

de cruzamientos realizados con (378158.721x Bulk Mex) x I-1039. Emitida en 1995. Además, su calidad es considerada superior o igual a Superchola. Debido a su contenido de materia seca 23,9%, con gravedad específica 1.103 esta es requerida por la agroindustria. Las provincias de mayor cultivo son: Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo (Mastrocola et al., 2016: pp.1-2).







**Figura 2-1.** Papa Variedad Fripapa-99

**Realizado por:** Guamán Cargua, Alemania, 2022.

**Tabla 7-1:** Características agronómicas y morfológicas de la papa variedad Fripapa-99

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS			
<b>Maduración</b>		Intermedia ( 150-180 días)	
<b>Rendimiento</b>		20-30 t/ ha	
<b>Cont. De materia seca</b>		22-24%	
<b>Período de dormancia</b>		75 días	
<b>Altitud de cultivo</b>		2800 a 3400 m.s.n.m.	
<b>Enfermedades</b>		Moderadamente resistente a lancha (Phytophthora infestans Mont. De Bary). Tolerante al nematodo del quiste ( Globodera pallida Stone Behrens)	
<b>USOS</b>	<b>Consumo en fresco</b>	Sopas y Puré	
	<b>Consumo procesado</b>	Papas fritas en forma de hojuelas ( chips) y tipo bastón o a la francesa.	
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS			
<b>PLANTA</b>	<b>HOJAS</b>	<b>FLORACIÓN</b>	<b>TUBÉRCULOS</b>
Hábito de crecimiento erecto, con cuatro tallos principales pigmentados, presencia de alas dentadas.	Disecionada, un foliolo terminal, tres a cuatro pares de folíolos laterales, dos pares de interhojuelas entre folíolos laterales.	Profusa, color de la flor morado claro, sin color secundario, forma de la corola rotada.	Forma oblonga, piel de color rosado intenso, sin color secundario en las zonas bajas y piel de color crema claro, color secundario rosado alrededor de los ojos y cejas en las zonas altas,



			pulpa amarilla ojos superficiales. <b>BOTES:</b> Color predominante rojo y su color secundario en las yemas blanco.
			

**Fuente:** (Mastrocola et al., 2016: pp.1-2).

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Tabla 8-1:** Taxonomía de la papa variedad Fripapa-99

No.	CARACTERÍSTICAS	
1	<b>Familia</b>	<i>Solanaceae</i>
2	<b>Género</b>	<i>Solanum</i>
3	<b>Subgénero</b>	<i>Potatoe</i>
4	<b>Sección</b>	<i>Petota</i>
5	<b>Serie</b>	<i>Tuberosa</i>
6	<b>Especie</b>	<i>Solanum tuberosum</i>
7	<b>Subespecie</b>	<i>tuberosum x andigena</i>

**Fuente:** (Pumisacho y Sherwood, 2002: pp.33-45).

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

#### 1.2.1.2. Cáscara de papa

Cada unidad de papa se encuentra constituida y dividida en tres partes fundamentales: piel, cáscara y zona medular (reservorio por excelencia de almidón) y por tanto de energía.

Ahora bien, la cáscara está constituida por dos secciones: la primera situada en una parte exterior del tubérculo conocida como Periderma (cascarilla) y seguido a esta se encuentra una franja estrecha a penas visible denominada Parénquima Cortical (corteza); estas dos secciones constituyen la cáscara que representa al 2% de toda la papa. Además, se considera que el pelado de la papa produce una disminución de alrededor del 30% (Prada, 2012, p.185).

**Tabla 9-1:** Composición de los residuos de cáscara de papa

No.	PARÁMETROS	PESO SECO (%)
1	Humedad	85,06
2	Carbohidratos totales	68,70
3	Azúcares solubles totales	1
4	Azúcares reductores	0,61
5	Almidón	52,14
6	Nitrógeno	1,3
6	Proteínas ( N. tot 6.25 <sup>a</sup> )	8,00
7	Ceniza	6,34

Fuente: (Arapoglou et al., 2010: p.1900).

Realizado por: Guamán Cargua, Alemania, 2022.

La cáscara de papa tiene un rico contenido de fósforo, almidón, potasio, azufre, calcio, hierro, alcalinas, cobre, fibra; así como cantidades significativas de vitamina C (ácidos ascórbico y dehidroascórbico) y carbohidratos siendo una fuente de energía (Marcial, 2013, p.34). Así mismo tiene un contenido no despreciable de proteínas que son buenas para la salud.

- *La cáscara de papa en la industria*

La cáscara de papa en la industria es considerada “sin valor”, a pesar de que esta tiene un gran contenido de almidón (polvo fino y sabor neutro), de excelente textura, que otorga mayor viscosidad respecto a otros almidones provenientes del trigo o maíz, lo cual permite elaborar productos más gustosos e incluso usar este residuo como materia prima para la producción de bioplásticos (Isique y Sing, 2017: p.74). Es así que en el presente proyecto de investigación se usa la cáscara de papa variedad Superchola y Fripapa-99 generada por un asadero del Cantón Chambo provincia de Chimborazo, como materia prima para la extracción del almidón, aplicado principalmente en la obtención de una biopelícula para el embalaje de alimentos.

### **1.2.2. Plástico**

El plástico convencional derivado del petróleo como el polietileno, polipropileno, policloruro de vinilo y el polietileno tereftalato, son aquellos que no presentan la propiedad de biodegradabilidad, constituyendo así un grave problema de contaminación ambiental y en la salud, al consumir alimentos y bebidas en este tipo de envase (Barahona et al., 2019: p.139).

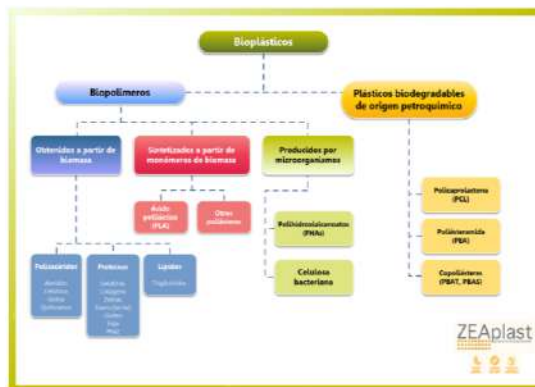
### 1.2.3. Bioplástico

Un bioplástico es considerado como un material realizado a partir de plantas u otros materiales en vez de petróleo. Siendo biodegradable. Por ello se lo conoce como plástico de origen biológico (Gibbens, 2018, párr.6). Además, que en base a Zeaplast (2012, párrs.1-2) el bioplástico engloba una amplia gama de polímeros, mismos que se diferencian unos de otros por sus atributos y su impacto sobre el medio ambiente.

#### 1.2.3.1. Clasificación Bioplástico

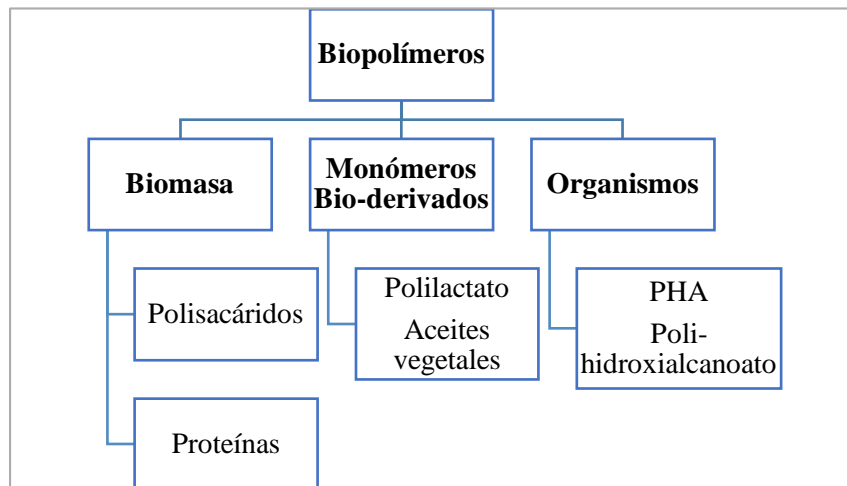
Existen varios sistemas de clasificación para los bioplásticos. Sin embargo, de manera general la European Bioplastics (Asociación Europea de Bioplásticos), los cataloga en dos categorías principales:

- Los denominados plásticos originarios de biomasa (recursos renovables).
- Los plásticos biodegradables que se ajustan a las normas a nivel europeo (EN 14995 y EN 13432, ISO 17088) y la norma americana ASTM D-6400, respecto a la biodegradabilidad y compostabilidad (Zeaplast, 2012, párrs.1-2).



**Figura 3-1.** Tipos de bioplásticos de acuerdo a su origen

**Fuente:** (Zeaplast, 2012, párrs.1-2).



**Figura 4-1.** Clasificación de los biopolímeros según su fuente

**Fuente:** (Valero et al., 2013: pp.172-173).

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

La principal característica de los biopolímeros es la biodegradabilidad, pues casi siempre tienen oxígeno o nitrógeno en su cadena, lo cual les permite formar parte del ciclo de renovación de la naturaleza (Godínez et al., 2016: p.10).

En el presente proyecto de investigación se estudiará los biopolímeros a base de recursos naturales obtenidos a partir de biomasa, especialmente del almidón de dos variedades de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99. Teóricamente, de acuerdo a la composición química de la cáscara de papa, la cantidad de almidón según el porcentaje en peso seco es de 52.14% (Arapoglou et al., 2010: p.1900). Sin embargo, dependerá del producto, la cantidad total de residuo y el método de extracción del almidón para determinar el rendimiento.

- *Biopolímero / Biopelícula*

Al ser incluidos en el sistema biológico se consideran biopolímeros o películas (film) aquellos que son obtenidos a partir de fuentes orgánicas renovables, de bajo costo, con mayor degradación por acción enzimática de los microorganismos. Además de definirlos como macromoléculas formadas por uno o varios monómeros que se repiten a lo largo de toda una cadena (Godínez et al., 2016: p.5).

También se constituyen como competidores de los derivados del petróleo en un mercado alternativo que se pretende sustituir un porcentaje de envases convencionales por envases biodegradables. Por otra parte, solo los biopolímeros de alto peso molecular se utilizan, puesto que proporcionan capacidad de fusión y gran fuerza de cohesión. Sin embargo, la inestabilidad química intrínseca de estos biopolímeros contribuye a un desarrollo sostenible. Además, dentro

de las ventajas de estas biopelículas para ser usadas como material de empaque se resume en la Tabla 10-1 (Camacho et al., 2011: párr.13).

**Tabla 10-1:** Usos y beneficios de las películas como materiales de empaque

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayor plazo de caducidad</li> <li>- Biodegradables</li> <li>- Suplemento de valor nutricional de alimentos.</li> <li>- Mejora características organolépticas como olor apariencia, sabor.</li> <li>- Reducción del volumen y residuos de empaque.</li> <li>- Incorpora antioxidantes y agentes antimicrobianos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control sobre la migración de humedad, gases lípidos y solutos.</li> <li>- Envases individuales para alimentos pequeños (nueces y pasas).</li> <li>- Función de soporte de agentes antimicrobianos y antioxidantes.</li> <li>- Microencapsulación y la liberación controlada de principios activos.</li> <li>- Posible uso de múltiples capas de materiales de empaque junto con películas no comestibles.</li> <li>- Bajo costo y abundantes.</li> </ul>
---	--

**Fuente:** (Camacho et al., 2011: párr.13).

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

#### 1.2.4. Almidón

El almidón es un polímero proveniente de fuentes naturales con alto potencial para desarrollar películas biodegradables, las cuales pueden reemplazar a los materiales de empaque tradicionales. Además, los almidones difieren unos de otros por su contenido de amilosa y amilopectina dependiendo de su origen de extracción. No obstante, el almidón debe combinarse con otro tipo de componentes para obtener materiales con características similares a empaques o embalajes de un solo uso, de acuerdo a la función que se espera que desempeñen, contribuyendo así al cuidado del ambiente (Enríquez et al., 2012: p.184).

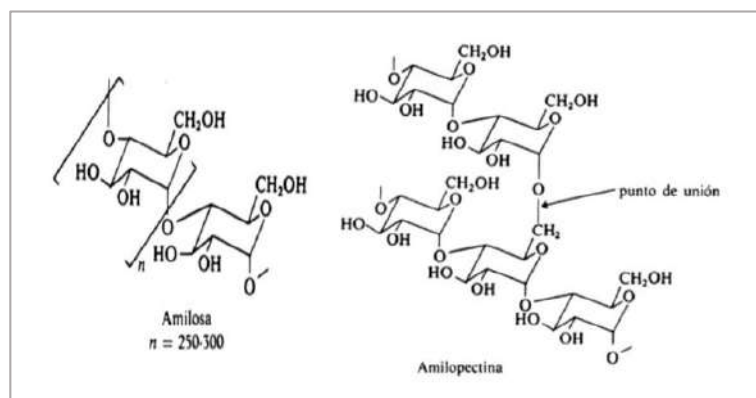
##### 1.2.4.1. Tipos de almidón

- *Amilosa y amilopectina*

El almidón está constituido por una mezcla de dos polímeros, amilosa y amilopectina. La amilosa consta de cadenas de glucosa enlazadas por puentes glicosídicos 1,4 en  $\alpha$ , siendo esta una molécula lineal. En tanto que la amilopectina es una molécula ramificada que contiene más

de 1000 unidades de glucosa; las ramificaciones se unen a otras cadenas por medio de enlace disacárido 1,6 en  $\alpha$  (Allinger et al., 1984: pp.988-989).

Los almidones más habituales contienen alrededor del (17% a 25%) de amilosa y del (75% o 83%) de amilopectina. Sin embargo, el 75% de los polímeros provenientes de almidón se utilizan para la obtención de envases y embalajes (Valero et al., 2013: pp.172-173).



**Figura 5-1.** Estructura de Amilosa y Amilopectina

Fuente: (Allinger et al., 1984: pp.988-989).

**Tabla 11-1:** Contenido de amilosa y amilopectina en almidones de distintas fuentes

No.	TIPO DE ALMIDÓN	% AMILOSA	% AMILOPECTINA
1	Maíz	25	75
2	Mandioca	17	83
3	Papa	20	80
4	Trigo	25	75
5	Arroz	19	81
6	Maíz de alta amilosa	55	45-10
7	Céreo	< 1	>99

Fuente: (Charro, 2015, pp.10).

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

#### 1.2.4.2. Almidón de papa

De todos los almidones, el de la papa es uno de los que más desarrolla la consistencia en gelificación. Este almidón posee un tamaño de partícula de alrededor de (1  $\mu\text{m}$  a 120  $\mu\text{m}$ ) aumenta proporcionalmente al crecimiento de la papa, con una forma elipsoidal que ayuda a una formación de película clara; siendo el tamaño de las partículas demasiado versátiles con alto poder de hinchamiento a comparación a otros almidones provenientes de la yuca y maíz. Además, forma parte del 16 al 20% del contenido total de la papa, correspondiente al 77%

de materia seca; y una relación de 14% de amilosa y 86% de amilopectina (Arenas y Pedraza, 2017: p.30).

Cabe destacar que la flexibilidad y resistencia mecánica del bioplástico se debe a la relación adecuada entre la amilosa y amilopectina del almidón a usar. También es preciso considerar que los almidones ricos en amilosa tienen mayor capacidad de moldeo y gelificación, de no ser así el almidón se vuelve espeso, pero no gelifica (Acosta et al., 2018: p.11).

**Tabla 12-1:** Porcentaje de almidón presente en la variedad de papa Superchola y Fripapa-99

No.	VARIEDAD DE PAPA	% ALMIDÓN BASE SECA	% HUMEDAD	% ALMIDÓN BASE HÚMEDA
1	Superchola	75,87	74,41	19,41
2	Fripapa-99	-	74,01	18,40

**Fuente:** (Charro, 2015, p.8) & (Andrade et al., 2020: p.3).

**Realizado por:** Guamán Cargua, Alemania, 2022.

#### 1.2.4.3. Método de extracción del almidón

- *Método húmedo*

La extracción del material polimérico (almidón) se puede llevar a cabo tanto a nivel artesanal como tecnificado, a menor y mayor escala. Ahora bien, el proceso suele ser el mismo, este difiere en los volúmenes de procesamiento.

Existen variedad de métodos para la extracción del almidón, ya sea procedente de la papa, trigo, maíz, yuca o plátano. Aun así, los primordiales y más generales son: el método húmedo y método seco. Estos métodos son a su vez más sencillos cuando se trata de la extracción del almidón de papa, plátano o yuca; con respecto al maíz y los cereales (Mazzeo et al., 2008; Carrasco y Molocho, 2018).

El método húmedo consiste en la trituración del producto y retiro en medio líquido de aquellos elementos de la pulpa que son respectivamente más grandes como: la fibra y proteína usando tamices o cedazos de diferente medida; posteriormente, se da lugar a la eliminación del agua por decantación y se lava el material polimérico sedimentado, con la finalidad de retirar las últimas fracciones diferentes del almidón. Finalmente, se somete al almidón purificado a un secado (Carrasco y Molocho, 2018: pp.4-5).

### **1.2.5. Aditivos para la formulación de un biopolímero**

Dentro de la obtención de biopolímeros como empaque de alimentos se debe considerar la utilización de aditivos específicos, en cantidades adecuadas que contribuyan al mejoramiento de las propiedades para el nuevo material (Alarcón y Arroyo, 2016: párr.5).

Actualmente la industria establece cerca de treinta moléculas esenciales para la obtención de biopolímeros (glicerol, ácidos carboxílicos, triglicéridos, etanol, aminoácidos, furfural, sorbitol, etc). Estas son de procedencia biológica y permiten obtener bioplásticos innovadores, similares a los de origen petroquímico (Candia y Simón, 2015: p.2).

#### **1.2.5.1. Plastificante**

Un plastificante es un agente químico que se adiciona a la biopelícula para suavizarla, incrementar su flexibilidad, disminuir la viscosidad y temperatura de fundido (Blanco et al., 2017: p.4).

- **Glicerina**

La glicerina o glicerol es un alcohol constituido por tres grupos hidroxilo, los mismos que le permiten ser soluble en agua. Se origina en la fermentación del azúcar o de aceites, y grasas vegetales y/o animales (Godínez et al., 2016: p.11). Presenta un aspecto de líquido incoloro y viscoso lo que aporta flexibilidad, fuerza y resistencia, mejorando así las propiedades mecánicas de la biopelícula. No es tóxico (Blanco et al., 2017: p.4).

#### **1.2.5.2. Ácido acético**

El ácido acético también denominado ácido etanoico o metilcarboxílico es un ácido de origen natural, líquido incoloro, con olor y sabor agrios característicos del vinagre; presente en la mayor parte de frutas. Así mismo este se genera mediante una fermentación bacteriana y por consiguiente está presente en todos los productos fermentados (Blanco et al., 2017: p.4).

El ácido acético durante la cocción del gránulo de almidón produce una hidrólisis ácida dando lugar a la formación de polímeros de cadena corta. La hidrólisis de la molécula de almidón ocasiona una menor absorción de agua por el gránulo de almidón (Vaclavick, 1998; citado en Meza, 2016).

Además la adición de ácido acético como componente para la obtención de una biopelícula, por su grado de acidez permite conservar el alimento en buenas condiciones durante más tiempo; así mismo retarda el crecimiento de microorganismos, pero no los elimina, reduce el tiempo de



formación del gel y mejora la estabilidad a los cambios de temperatura, aportando así transparencia a la misma (Chapuel y Reyes, 2019: p.34).

#### *1.2.5.3. Derivados de la celulosa*

Los derivados de celulosa son considerados buenos agentes formadores de películas los mismos que otorgan resistencia. Su aplicación radica en el control de la difusión O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>, retardando así el proceso de maduración en vegetales y frutas (Parzanese, 2009, p.7).

#### *1.2.5.4. Gelatina*

La gelatina al ser un biopolímero es considerada una buena opción para la obtención de bioplásticos. Es así que, como aditivo en la formulación de una película comestible, esta confiere características de claridad, flexibilidad y fuerza. Sin embargo, dichas películas son pobres a las barreras de agua, pero buenas barreras de gas (Zamudio, 2014, p.26).

### **1.2.6. Aplicación de los biopolímeros en la industria alimentaria**

La aplicación de biopolímeros en la industria de alimentos hoy en día, representa una tendencia innovadora. Es así que estos pueden ser usados como estabilizantes, emulsionantes y como aditivos para alimentos, así como componentes para la obtención de una biopelícula.

#### *1.2.6.1. En el área de Empaque o Embalaje de alimentos*

El empaque o embalaje de alimentos es considerado como un área vital en la tecnología de alimentos, pues hace mención a la protección y conservación de toda clase de alimentos y sus materias primas. El desarrollo de películas y recubrimientos comestibles ha tomado gran importancia en el área de empaque y embalaje, debido a que el uso de estos materiales en productos frescos conceden algunas características al mismo, permitiendo aumentar la vida de anaquel, preservar propiedades organolépticas como: olor, sabor, apariencia, entre otros; y disminuir el uso de materiales de embalaje procedentes de material sintético en gran parte de productos alimenticios (Matta et al., 2015; citados en Arévalo et al., 2018).

Ahora bien, el empleo de películas o recubrimientos comestibles sobre la superficie de frutos y vegetales tienen la capacidad de retardar la deshidratación, actuar como barreras de migración de humedad, modificar el intercambio gaseoso (Dióxido de Carbono y Oxígeno) y evitar la pérdida de sustancias aromáticas. Incluso el auge de su aplicación radica en que provienen de

biopolímeros especialmente a base de almidón por su fácil obtención, bajo costo y su capacidad de formación de películas. Aun así, la efectividad de estos materiales depende primordialmente de tres aspectos: su composición, proceso de formación y el método de aplicación en el producto (Martínez et al., 2002; citados en Moreno et al., 2015).

Es preciso mencionar que los recubrimientos y películas procedente de polisacáridos tienen diversas aplicaciones con respecto a la vida útil de las carnes, mariscos, frutas, verduras y productos de panadería previniendo la deshidratación y la rancidez oxidativa; mejorando así la calidad, seguridad, funcionalidad de los alimentos durante su almacenamiento (Zamudio, 2014, pp.37-38).

<b>Alimentos</b>	<b>Recubrimiento</b>	<b>Funciones</b>	<b>Referencias</b>
Frutas frescas cortadas: manzana, pera, fresa, papaya, mango, pitaya	Carrageno, alginato, goma de gelano, puré de manzana + pectina, maltodextrina, derivados de celulosa, quitosano	Antioxidante, antimicrobiano, portador nutracéutico; barrera contra gases y humedad, protección antifúngica; color, sabor, mejorador de textura	BALDWIN et al 1996; BRANCOLI y BARBOSA-CÁNOVAS et al., 2000; CHIEN et al., 2007; DEL-VALLE et al., 2005; LEE et al, 2003.; OLIVAS et al., 2003.; ROJAS-GRAU et al., 2007.; TAPIA et al., 2007
Frutas y verduras enteras: manzana, uva, cereza, ciruela, fresa, zanahoria, mango, plátano, kiwi, calabacín	Derivados de celulosa, el gel de aloe vera, quitosano, goma xantana.	Barrera contra gases, lípidos y humedad, protección antifúngica; color, sabor, mejora la textura; retención de compuestos funcionales; portador de compuestos antimicrobianos y funcional	BALDWIN et al., 1999.; CHIEN et al., 2006; CONFORTI Y TOTTY et al., 2007; DIAB et al., 2001; HAN et al., 2004; KAYNAS y OZELKOK et al., 1999; MARTÍNEZ-ROMERO et al., 2006; MEI et al., 2002; SERRANO et al., 2006.; VALVERDE et al., 2005; YAMAN y BAYOINDIRLI et al., 2002
Carnes, aves, pescados y mariscos	Carrageno, alginato, derivados de celulosa, quitosano.	Barrera al oxígeno, lípidos y humedad; mejora la textura; antioxidante y prevención de crecimiento bacteriano	HARGENS-MADSEN et al., 1995.; HOLLOWNIA et al., 2000; JEON et al., 2002.; OUATTARA et al., 2000; OUSSALAH et al., 2006;
Frutos secos y cereales	Almidón, dextrina, derivados de Celulosa.	Adhesivo de condimentos, barrera contra el oxígeno y la humedad	LAOHAKUNJIT y KERDCHOECHUEN et al., 2007; ROUDAUT et al., 2002

**Figura 6-1.** Aplicaciones de revestimientos de polisacáridos sobre alimentos

**Fuente:** (Zamudio, 2014, p.37).

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Objetivos

##### 2.1.1. *General*

Obtener una biopelícula a partir de dos variedades de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (*Solanum tuberosum*) para el embalaje de alimentos.

##### 2.1.2. *Específicos*

- Extraer el almidón de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (*Solanum tuberosum*) mediante método húmedo.
- Caracterizar el almidón de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (*Solanum tuberosum*).
- Establecer formulaciones utilizando el almidón de cáscara de dos variedades de papa (*Solanum tuberosum*) y aditivos que faciliten obtener una biopelícula.
- Determinar el tiempo de vida útil de los alimentos recubiertos con la biopelícula obtenida.

#### 2.2. Hipótesis y especificación de variables

##### 2.2.1. *Hipótesis General*

El material polimérico obtenido mediante dos variedades de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (*Solanum tuberosum*) tendrá las características necesarias para formular una biopelícula para el embalaje de alimentos.

##### 2.2.2. *Hipótesis Específicas*

- Es posible extraer el almidón de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (*Solanum tuberosum*) mediante método húmedo.
- Los resultados del análisis proximal del almidón extraído de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (*Solanum tuberosum*) influirá en la calidad de la biopelícula obtenida.

- A través de formulaciones con porcentaje de almidón extraído de cáscara de dos variedades de papa (*Solanum tuberosum*) y aditivos se podrá identificar la formulación más idónea para la obtención de una biopelícula.
- La biopelícula obtenida de cáscara de papa Superchola y Fri papa-99 (*Solanum tuberosum*) podrá mantener las propiedades organolépticas de los alimentos recubiertos con la misma.

### 2.2.3. Identificación de variables

**Tabla 1-2:** Identificación de variables

No.	ETAPAS DEL PROCESO	VARIABLES INDEPENDIENTES	VARIABLES DEPENDIENTES
1	Extracción del almidón	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revoluciones por Minuto (RPM)</li> <li>• Tiempo de Triturado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtención del almidón</li> </ul>
2	Formulación de la biopelícula.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de almidón de cáscara de papa Superchola.</li> <li>• Porcentaje de almidón de cáscara de papa Fri papa-99.</li> <li>• Porcentaje de plastificante (Glicerina).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtención de una biopelícula.</li> </ul>

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

#### 2.2.4. Operacionalización de variables

**Tabla 2-2:** Operacionalidad de Variables

CATEGORIZACIÓN	VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN / TÉCNICA O MÉTODO
Extracción del almidón de la cáscara de papa Superchola y Fri papa-99 ( <i>Solanum tuberosum</i> ) mediante método húmedo.	- Revoluciones Por Minuto	Independiente	Son una medida de frecuencia que indican con qué rapidez está funcionando dicha máquina.	Velocidad alta y baja (RPM)	Licuadora
	- Tiempo de Triturado	Independiente	Es una magnitud física con la que se mide la duración de triturar una sustancia sólida hasta convertir en líquido.	Segundo (s)	Cronómetro
	- Almidón	Dependiente	Es uno de los polímeros más prometedores para la elaboración de películas biodegradables, formado por amilosa y amilopectina.	- % Amilosa - % Amilopectina	- Análisis Proximal
	- Porcentaje de almidón de	Independiente		%	Balanza

Formulación de la Biopelícula	cáscara de papa Superchola.		Es la cantidad de expresar la relación de almidones y aditivos en cien partes de mezcla.	Peso	
	- Porcentaje de almidón de cáscara de papa Fripapa-99.	Independiente		%	Balanza
	- Porcentaje de plastificante ( Glicerina)	Independiente		% Peso	Pipeta
	- Obtención de una biopelícula.	Dependiente	En general, los biopolímeros se utilizan en forma de películas. Es así que una biopelícula a partir de almidón se define como una capa delgada proveniente de material orgánico y fácil degradación.	%	- Pruebas físico químicas y mecánicas.

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

### 2.2.5. Matriz de consistencia

**Tabla 3-2:** Matriz de Consistencia

ASPECTOS GENERALES				
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA		OBJETIVOS	HIPÓTESIS	
<p>Actualmente el uso y consumo de plásticos sintéticos en la vida cotidiana e industria es elevado, pues todo producto se empaqueta en plástico; esto a su vez es preocupante puesto que los mismos provienen de fuentes fósiles como el petróleo siendo la no biodegradabilidad una de las características que produce mayor inconveniente debido a su alta resistencia al agua, corrosión y a la descomposición bacteriana, lo que lo convierte en un grave problema ambiental: especialmente para los ecosistemas y salud humana.</p>		<p>Obtener una biopelícula a partir de dos variedades de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (<i>Solanum tuberosum</i>) para el embalaje de alimentos.</p>	<p>El material polimérico obtenido mediante dos variedades de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (<i>Solanum tuberosum</i>) tendrá las características necesarias para formular una biopelícula para el embalaje de alimentos.</p>	
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variables de las hipótesis específicas	Técnicas de recolección de datos
<p>¿Se obtiene almidón de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (<i>Solanum tuberosum</i>) generada por un asadero del cantón Chambo provincia de Chimborazo mediante el método húmedo?</p>	<p>- Extraer el almidón de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (<i>Solanum tuberosum</i>) mediante método húmedo.</p>	<p>- Es posible extraer el almidón de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (<i>Solanum tuberosum</i>) mediante método húmedo.</p>	<p><b>Dependientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Obtención del almidón</li> <li>- Obtención de una biopelícula.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cálculo del Rendimiento del almidón obtenido.</li> <li>- Tratamiento de datos y análisis de resultados mediante programas como: Excel y</li> </ul>

<p>¿Cómo se caracterizará el almidón obtenido?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caracterizar el almidón de la cáscara de papa Superchola y Fri papa-99 (<i>Solanum tuberosum</i>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los resultados del análisis proximal del almidón extraído de la cáscara de papa Superchola y Fri papa-99 (<i>Solanum tuberosum</i>) influirá en la calidad de la biopelícula obtenida.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Independientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Revoluciones por Minuto (RPM)</li> <li>- Tiempo de Triturado</li> <li>- Porcentaje de almidón de cáscara de papa Superchola.</li> <li>- Porcentaje de almidón de cáscara de papa Fri papa-99.</li> <li>- Porcentaje de plastificante (Glicerina).</li> </ul>	<p>Statgraphics Centurion XVI.I - Fuentes Bibliográficas.</p>
<p>Se desconoce los porcentajes del almidón de cáscara de dos variedades de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) y aditivos para la obtención de una biopelícula de calidad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecer formulaciones utilizando el almidón de cáscara de dos variedades de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) y aditivos que faciliten obtener una biopelícula.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A través de formulaciones con porcentaje de almidón extraído de cáscara de dos variedades de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) y aditivos se podrá identificar la formulación más idónea para la obtención de una biopelícula.</li> </ul>		
<p>El tiempo de vida útil de los alimentos especialmente el de las frutas es corto por lo cual el embalaje de las mismas deberá prolongar la vida de anaquel sin alteración de sus propiedades organolépticas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar el tiempo de vida útil de los alimentos recubiertos con la biopelícula obtenida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La biopelícula obtenida de cáscara de papa Superchola y Fri papa-99 (<i>Solanum tuberosum</i>) podrá mantener las propiedades organolépticas de los alimentos recubiertos con la misma.</li> </ul>		

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.



## **2.3. Tipo y diseño de investigación**

### **2.3.1. Tipo de investigación**

#### *2.3.1.1. Según el objeto de investigación*

La presente investigación es teórica, pues se basa en la recolección de datos teóricos relacionados con el almidón de cáscara de papa Superchola y Fri papa-99 (*Solanum tuberosum*); y su uso en la obtención de una biopelícula para el embalaje de alimentos; generando así nuevos conceptos generales.

#### *2.3.1.2. De conformidad con el nivel de profundización en el objeto de estudio*

El presente proyecto corresponde a una investigación: exploratoria y descriptiva. A pesar de que se han realizado estudios similares estos se encuentran en otro contexto, respecto a la presente investigación, por ello es considerada como exploratoria. Además de ser descriptiva, por hacer referencia al análisis proximal que se realiza al almidón extraído de cáscara de papa Superchola y Fri papa-99 (*Solanum tuberosum*), y los ensayos de caracterización de la biopelícula obtenida para el embalaje de alimentos.

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

Corresponde a una investigación experimental, debido a que en la etapa del proceso de extracción del almidón de dos variedades de cáscara de papa Superchola y Fri papa-99 (*Solanum tuberosum*) y en la etapa de formulación de una biopelícula, se da la manipulación de variables dependientes como: Obtención del almidón y obtención de una biopelícula e independientes: RPM, Tiempo de Triturado, Porcentaje de almidón de cáscara de papa Superchola, Porcentaje de almidón de cáscara de papa Fri papa-99 y Porcentaje de plastificante (Glicerina); mismos que establecen relaciones de causalidad en dichas etapas.

#### *2.3.1.4. De acuerdo al tipo de inferencia*

Se trata de una investigación inductiva donde se recolecta datos específicos para la formulación de una biopelícula: se combinan porcentajes determinados de almidón de cáscara de papa Superchola y Fri papa-99 (*Solanum tuberosum*) y aditivos, que dan origen a una formulación generalizada.

### 2.3.1.5. Según el periodo temporal

Es una investigación transversal porque el estudio se desarrolla durante un tiempo determinado y se soluciona el problema planteado.

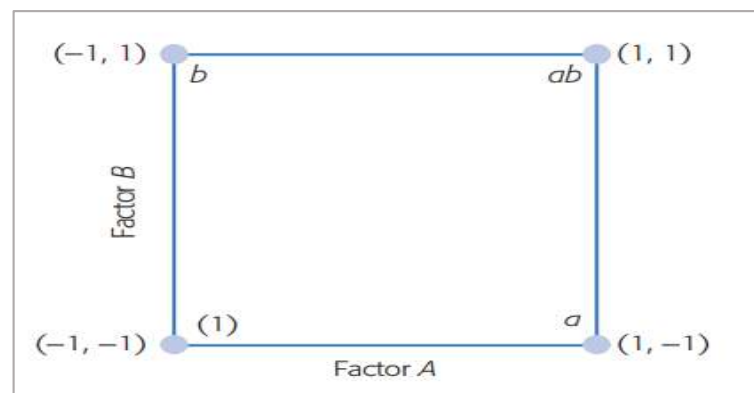
### 2.3.2. Diseño experimental de la Investigación

#### 2.3.2.1. Diseño de experimentos

- *Diseño Factorial  $2^2$*

En la presente investigación, se aplica el diseño factorial  $2^2$ . En la primera etapa: extracción del almidón y en la segunda etapa: formulación de la biopelícula.

Este diseño de experimentos estudia el efecto de dos factores o variables considerando dos niveles respectivamente con un total de 4 tratamientos (Gutiérrez y De La Vara, 2008: pp.168-169). En este caso, los factores o variables para las primeras etapas son: las Revoluciones por Minuto y el Tiempo de Triturado. Mientras que para la segunda etapa son: el porcentaje de almidón de cáscara de papa Superchola y Fri papa-99; y el porcentaje de plastificante (Glicerina); y los dos niveles correspondientes a la primera etapa: RPM Velocidad: baja (-1) y alta (1); y Tiempo: bajo (-1) y alto (1) con un intervalo de 40 s. En tanto que para la segunda etapa: Almidón: bajo (-1) y alto (1); y Glicerina: bajo (-1) y alto (1). Cada tratamiento con sus cinco y cuatro repeticiones. Cabe mencionar que se usa el programa de Statgraphics Centurion XVI.I.



**Figura 1-2.** Representación del diseño factorial  $2^2$

**Fuente:** (Gutiérrez y De La Vara, 2008: pp.168-169).

**Tabla 4-2:** Extracción del almidón de cáscara de papa Superchola (*Solanum tuberosum*), según diseño factorial 2<sup>2</sup>

No.	TRATAMIENTO	VALOR DE LOS NIVELES	FACTORES O VARIABLES		REPETICIÓN
			RPM	TIEMPO DE TRITURADO	
1	TA1	[-1 ; -1]	1	120	R1
					R2
					R3
					R4
					R5
2	TA2	[1 ; -1]	3	120	R1
					R2
					R3
					R4
					R5
3	TA3	[-1 ; 1]	1	160	R1
					R2
					R3
					R4
					R5
4	TA4	[1;1]	3	160	R1
					R2
					R3
					R4
					R5

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Tabla 5-2:** Extracción del almidón de cáscara de papa Fripapa-99 (*Solanum tuberosum*), según diseño factorial 2<sup>2</sup>

No.	TRATAMIENTO	VALOR DE LOS NIVELES	FACTORES O VARIABLES		REPETICIÓN
			RPM	TIEMPO DE TRITURADO	
1	TA1	[-1 ; -1]	1	120	R1
					R2
					R3
					R4

					R5
2	<b>TA2</b>	[1 ; -1]	3	120	R1
					R2
					R3
					R4
					R5
3	<b>TA3</b>	[-1 ; 1]	1	160	R1
					R2
					R3
					R4
					R5
4	<b>TA4</b>	[1 ; 1]	3	160	R1
					R2
					R3
					R4
					R5

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Tabla 6-2:** Formulación de la biopelícula, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

No.	TRATAMIENTO	VALOR DE LOS NIVELES	FACTORES O VARIABLES		REPETICIÓN	
			PORCENTAJE DE ALMIDÓN			PORCENTAJE DE PLASTIFICANTE (GLICERINA)
			ACPS	ACF-99		
1	<b>TBP1</b>	[-1 ; -1]	PA1	PPG1	R1	
					R2	
					R3	
					R4	
2	<b>TBP2</b>	[1 ; -1]	PA2	PPG1	R1	
					R2	
					R3	
					R4	
3	<b>TBP3</b>	[-1 ; 1]	PA1	PPG2	R1	
					R2	
					R3	
					R4	
4	<b>TBP4</b>	[1 ; 1]	PA2	PPG2	R1	
					R2	
					R3	
					R4	

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

## 2.4. Unidad de análisis

La unidad de análisis para la presente investigación es: el almidón extraído de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (*Solanum tuberosum*); el mismo que se somete al análisis proximal respectivo; para la formulación de una biopelícula a partir del porcentaje de almidón de las dos variedades de cáscara - aditivos, así como los ensayos de caracterización de la misma.

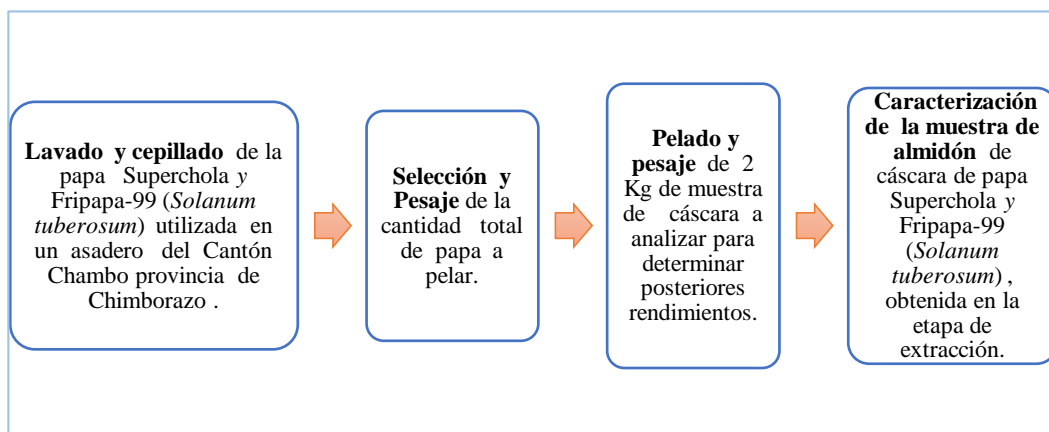
## 2.5. Población de estudio

La población de estudio corresponde a muestreos de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (*Solanum tuberosum*) de un asadero del Cantón Chambo Provincia de Chimborazo. Beneficiando de manera directa al proyecto de investigación “OBTENCIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DE LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS DEL ECUADOR”, desarrollado por parte del grupo de investigación de la ESPOCH (GIADE).

## 2.6. Tamaño de muestra

Para cada repetición por tratamiento se usa 2 kg de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (*Solanum tuberosum*) respectivamente.

## 2.7. Selección de la muestra



**Gráfico 1-2.** Selección de la muestra

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

## 2.8. Técnicas de recopilación de datos

A continuación se presenta una tabla descriptiva de las técnicas e instrumentos requeridos para el correcto desarrollo del presente proyecto de investigación.

**Tabla 7-2:** Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

No.	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
1	Recolección de información	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Fuentes primarias:</b> Observación directa al objeto de estudio.</li><li>• <b>Fuentes secundarias:</b> internet, bases de datos, libros, revistas científicas, entre otros.</li></ul>
2	Tratamiento de datos y análisis de resultados.	<b>Programas:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Excel</li><li>• Statgraphics Centurion XVII</li></ul>

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

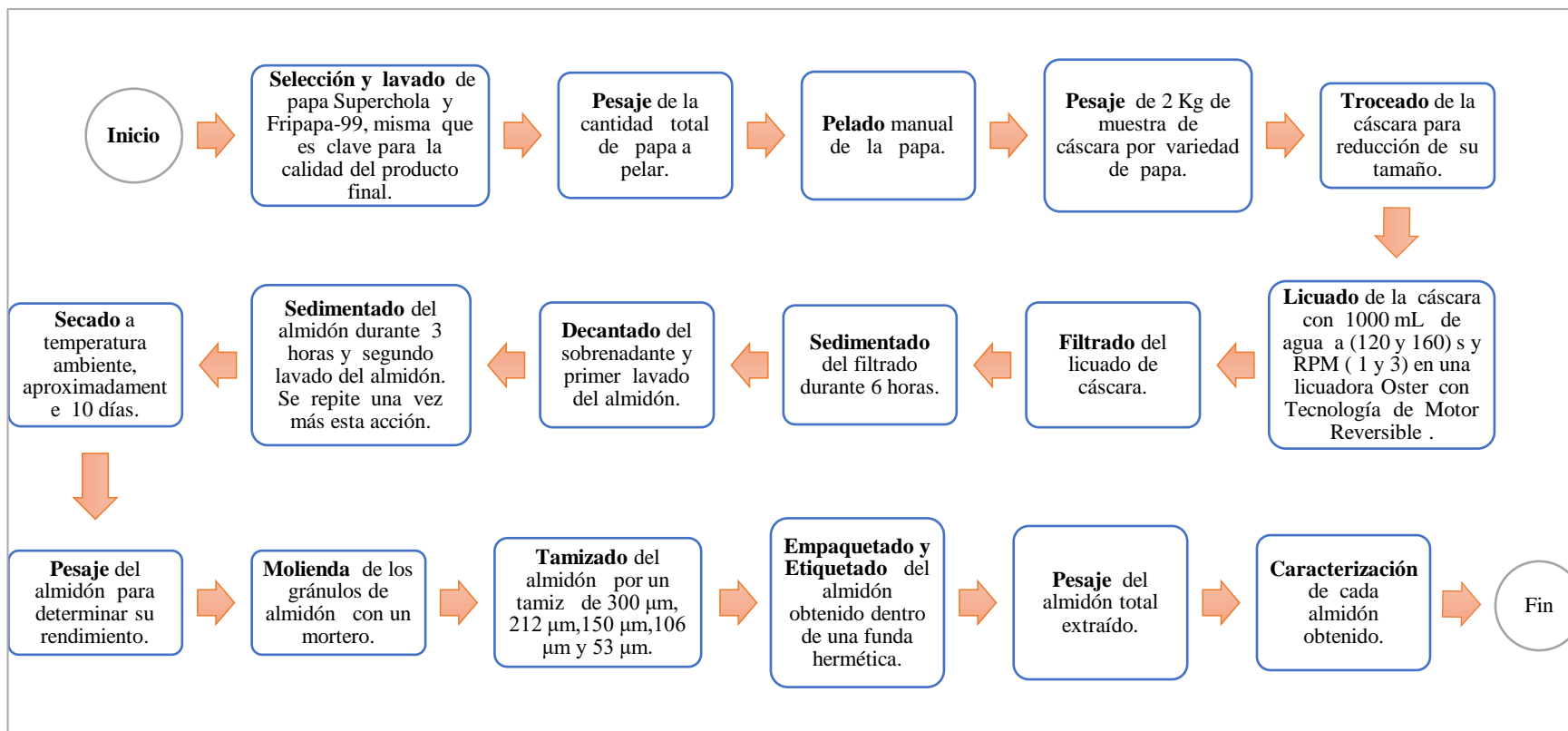
### 2.8.1. *Recolección de datos experimentales mediante metodologías establecidas*

#### 2.8.1.1. *Lugar de ejecución*

El presente proyecto de Investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigación, Laboratorio de Bromatología y Laboratorio de Procesos Industriales pertenecientes a la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Este a su vez presenta dos etapas: la primera correspondiente a la extracción de almidón y la segunda: formulación de la biopelícula a partir del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (*Solanum tuberosum*) – aditivos.

2.8.1.2. Primera etapa: Extracción del almidón de dos variedades de cáscara de papa

- Técnica de extracción del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (*Solanum tuberosum*)



**Gráfico 2-2.** Diagrama de flujo de la extracción del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa 99 (*Solanum tuberosum*)

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

La extracción del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99, se realiza mediante un proceso artesanal por método húmedo descrito por (Mazzeo et al., 2008: pp.59-62), con algunas modificaciones basadas en (Brito et al., 2019: p.204), (Zárate et al., 2014: p.5), (Ojeda, 2008, pp.21-22) y adaptaciones de acuerdo a lo requerido en el presente proyecto.



**Figura 2-2.** Selección papa, por variedad (Superchola y Fripapa-99)

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Selección producto.** Se elige la papa de variedad Superchola y Fripapa-99 (*Solanum tuberosum*) que no presenten descomposición, daños mecánicos ocasionados en el momento de la cosecha o por insectos, que de alguna manera pueden deteriorarlos.



**Figura 3-2.** Lavado y cepillado de papa, por variedad (Superchola y Fripapa-99)

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Lavado.** Se lava y cepilla las papas con agua potable, para retirar cualquier suciedad de la superficie.

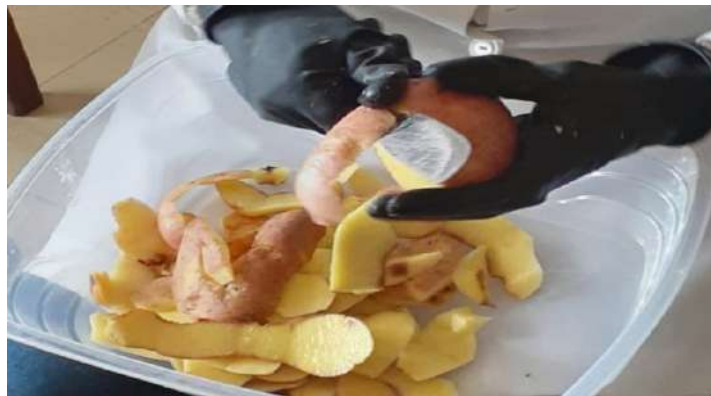




**Figura 4-2.** Pesaje de papa, por variedad (Superchola y Fripapa -99)

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Pesaje.** Se pesa la cantidad total de papa a pelar.



**Figura 5-2.** Pelado de papa, por variedad (Superchola y Fripapa-99)

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Pelado.** Se retira la cáscara de papa manualmente, usando un cuchillo y se seca durante 5 horas a temperatura ambiente.



**Figura 6-2.** Pesaje de cáscara, por variedad (Superchola y Fripapa-99)

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Pesaje de cáscara.** Se pesa 2 Kg de muestra de cáscara por variedad de papa a analizar, para determinar posteriores rendimientos.



**Figura 7-2.** Troceado de cáscara, por variedad (Superchola y Fripapa-99)

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Troceado.** Mediante el corte manual de la cáscara, se redujo su tamaño.



**Figura 8-2.** Licuado de cáscara, por variedad (Superchola y Fripapa-99)

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Licuado.** En una licuadora Oster R con Tecnología de Motor Reversible de velocidad variable, se coloca la cáscara de papa y se añade un total de 1000 ml de agua para su licuado a (120 y 160) s y a RPM (velocidad 1 y 3) respectivamente.



**Figura 9-2.** Filtrado del licuado de cáscara, por variedad (Superchola y Fripapa-99)

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

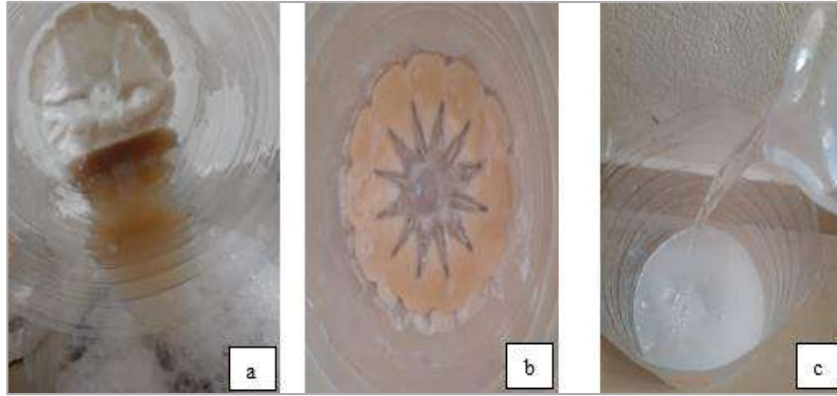
**Filtrado.** Una vez reducido el tamaño de las cortezas, se filtra la mezcla obtenida mediante un cernidor plástico, un filtro de tela y un cernidor mixto (madera -plástico). Por consiguiente, el residuo sólido se lava varias veces con Agua Luz para retirar el almidón presente, hasta que el líquido efluente fuese claro.



**Figura 10-2.** Sedimentado del filtrado de cáscara, por variedad (Superchola y Fripapa-99)

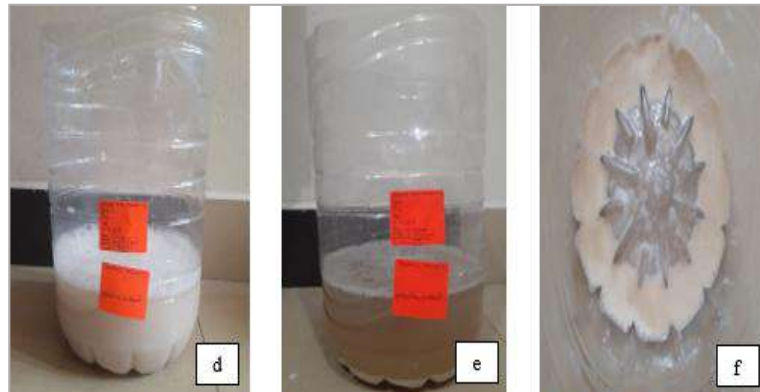
**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Sedimentado.** El filtrado se deja en reposo durante 6 h.



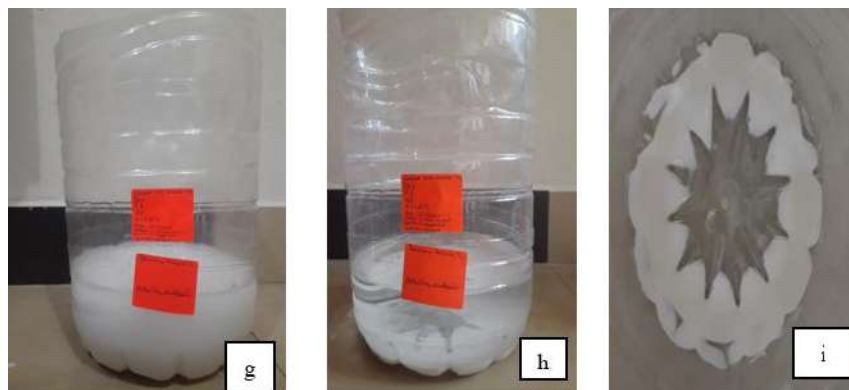
**Figura 11-2.** (a) Eliminación del sobrenadante después de 6 h; (b) Almidón base húmeda; (c) Primer lavado del almidón por variedad de cáscara

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.



**Figura 12-2.** (d-e) Lavado y sedimentado del almidón durante 3 h; (f) Almidón por variedad de cáscara, después del primer lavado

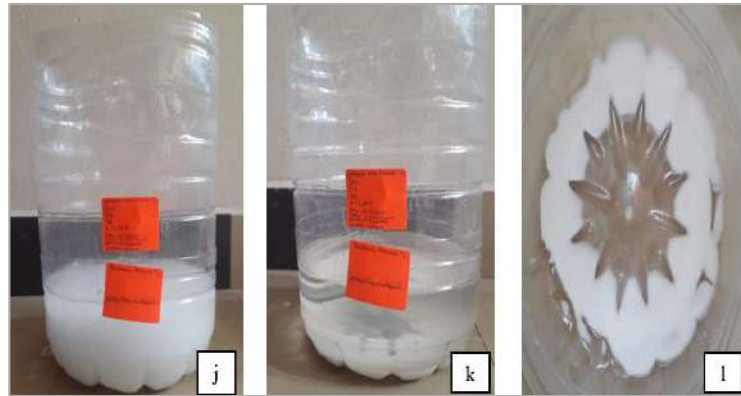
**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.



**Figura 13-2.** (g-h) Segundo lavado y sedimentado del almidón durante 3 h; (i) Almidón por variedad de cáscara después del segundo lavado

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.





**Figura 14-2.** (j -k) Tercer lavado y sedimentado del almidón durante 3 h; (l) Almidón por variedad de cáscara, después del tercer lavado

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Decantado.** Se elimina el sobrenadante y con 1000 mL de Agua Luz se realiza el primer lavado del almidón. Posteriormente esta operación se realiza por dos veces, con la diferencia que para el segundo y tercer lavado del almidón se deja sedimentar durante 3 horas.



**Figura 15-2.** Secado del almidón por variedad de cáscara. (a) Día 1 y (b) Día 10

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Secado.** El almidón húmedo (precipitado) se seca, a temperatura ambiente promedio (21-22°C) durante 10 días aproximadamente.



**Figura 16-2.** Pesaje del almidón de cáscara

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Pesaje.** Se pesa el almidón obtenido de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99, por cada Tratamiento de Almidón (TA1, TA2, TA3 y TA4) con su repetición de acuerdo a la matriz del diseño factorial  $2^2$ , para determinar el rendimiento.



**Figura 17-2.** Molienda del almidón de cáscara, por variedad (Superchola y Fripapa-99)

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Molienda.** Presión de los gránulos de almidón con un mortero.



**Figura 18-2.** Tamizado del almidón de cáscara, por variedad (Superchola y Fripapa-99)

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Tamizado.** Se pasa el almidón obtenido por un tamiz de 300  $\mu\text{m}$ , 212  $\mu\text{m}$ , 150  $\mu\text{m}$ , 106  $\mu\text{m}$  y 53  $\mu\text{m}$ , para la eliminación de cualquier impureza.



**Figura 19-2.** Empaquetado y etiquetado del almidón de cáscara, por variedad (Superchola y Fripapa-99)

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Empaquetado y Etiquetado** del almidón obtenido dentro de una funda hermética.



**Figura 20-2.** Pesaje del almidón de cáscara de papa.

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Pesaje.** Se pesa en una Balanza Analítica: marca OHAUS EXPLORER, Modelo EX 625 serie B704630507 el almidón total extraído, tanto el de cáscara de papa Superchola como el de Fripapa-99.

**Caracterización.** Se realiza el análisis proximal de los almidones obtenidos, por variedad de papa Superchola y Fripapa-99.



- Caracterización del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (*Solanum tuberosum*)

**Tabla 8-2:** Análisis para llevar a cabo la caracterización del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99

No.	ANÁLISIS	MATERIALES Y EQUIPOS	PROCEDIMIENTO	FÓRMULA PARA EL CÁLCULO	MÉTODO DE ENSAYO	REFERENCIA	LUGAR
1	<b>HUMEDAD Y MATERIA SECA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanza analítica con una precisión de 0,01 g</li> <li>• Crisoles de porcelana</li> <li>• Desecador</li> <li>• Estufa de aire</li> <li>• Pinza para crisoles</li> </ul> <p><b>Reactivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Almidón de cáscara de papa Superchola.</li> <li>• Almidón de cáscara de papa Fripapa-99.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Colocar los crisoles en la estufa de aire a 150 °C por 24 horas, con la finalidad de lograr un peso constante.</li> <li>2) Enfriar los crisoles en el desecador durante 1 hora.</li> <li>3) Añadir 1,5 g de muestra, en cada crisol.</li> <li>4) Poner nuevamente los crisoles en la estufa de aire a 105 °C por 24 horas para alcanzar peso constante y obtener un peso final.</li> </ol>	<p><b>% Humedad</b></p> $= \frac{(P_1 - P_2)}{(P_1)} \times 100$ <p><b>Ecuación 1-2:</b> Porcentaje de Humedad</p> <p><b>Donde:</b></p> <p><b>P<sub>1</sub></b> = Peso de muestra húmeda</p> <p><b>P<sub>2</sub></b> = Peso muestra seca (g)</p> <p><b>% Materia Seca</b>= 100 - (%Humedad)</p> <p><b>Ecuación 2-2:</b> Porcentaje de Materia Seca</p>	AOAC.925.10	(Chulde, 2020, p.34).	Laboratorio de Investigación Facultad de Ciencias ESPOCH.

			<p>5) Calcular la cantidad de humedad.</p> <p><b>Nota:</b> El presente parámetro se realiza por triplicado, por cada almidón tanto para el de cáscara de papa Superchola como el de Fripapa – 99.</p>				
2	<b>CENIZA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Balanza analítica con una precisión de 0,01 g</li> <li>Crisoles de porcelana</li> <li>Desecador</li> <li>Mufla</li> <li>Pinza para crisol.</li> </ul> <p><b>Reactivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Almidón de cáscara de papa Superchola.</li> </ul>	<p>1) Pesar 1,5 g de muestra en un crisol de porcelana que ha sido previamente lavado, secado en una estufa de aire y pesado.</p> <p>2) Colocar el crisol de porcelana con la muestra en la mufla e incinerar a 550°C durante tres horas y media.</p> <p>3) Enfriar el crisol y las cenizas en un desecador durante una hora.</p>	$\text{Cenizas (\%)} = \frac{P_3}{P_2} \times 100$ <p><b>Ecuación 3-2:</b> Porcentaje de ceniza</p> <p><b>Donde:</b>  <math>P_3 =</math>  Peso de las cenizas (g)  <math>P_2 =</math>  Peso de la muestra seca (g)</p> <p><b>%Pureza</b>  = 100 – (fibra cruda + proteína cruda + ceniza)</p>	(AOAC, 2000; citado en Aristizábal y Sánchez, 2007).	(Aristizábal y Sánchez, 2007: p.91).	Laboratorio de Investigación Facultad de Ciencias ESPOCH.

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Almidón de cáscara de papa Fripapa-99.</li> </ul>	<p>4) Pesar el crisol con las cenizas y calcular la cantidad de cenizas.</p> <p>5) Expresar los resultados como porcentaje de cenizas totales.</p> <p><b>Nota:</b> El presente parámetro se realiza por triplicado, por cada almidón tanto para el de cáscara de papa Superchola como el de Fripapa-99.</p>	<p><b>Ecuación 4-2:</b> Pureza del almidón extraído por variedad (Moreno, 2017, p.369).</p>	(Moreno, 2017, p.369).	(Moreno, 2017, p.369).	
3	<p><b>ÍNDICE DE ABSORCIÓN DE AGUA, ÍNDICE DE SOLUBILIDAD EN AGUA Y PODER DE HINCHAMIENTO</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Balanza analítica con una precisión de 0,01 g</li> <li>Baño con calentamiento constante.</li> <li>Centrífuga</li> <li>Tubos de centrífuga</li> </ul>	<p>1) Pesar tubos de centrífuga secos a 60°C.</p> <p>2) Pesar en los tubos 1.25 g de almidón (bs) y agregar exactamente 30 mL de agua destilada a</p>	$(IAA) = \frac{Pdg (g)}{Pm (g)bs}$ <p><b>Ecuación 5-2:</b> Índice de absorción de agua</p> <p><b>Donde:</b> (IAA) = Índice de absorción de agua Pdg= Peso del gel (g) Pm= Peso muestra (g) bs</p>	(Anderson et al., 1969; citados en Aristizábal y Sánchez, 2007).	(Aristizábal y Sánchez, 2007: p.73).	Laboratorio de Investigación Facultad de Ciencias ESPOCH.

		<p>plásticos de 50 mL</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vasos de precipitación de 50 mL</li> <li>Estufa con temperatura constante</li> <li>Pipeta volumétrica de 10 mL</li> <li>Probeta de 50 mL</li> </ul> <p><b>Reactivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Almidón de cáscara de papa Superchola.</li> <li>Almidón de cáscara de papa Fripapa-99.</li> <li>Agua destilada</li> </ul>	<p>60°C y agitar (sin excederse).</p> <p>3) Colocar en baño de agua a 60 ° C durante 30 minutos; agitar la suspensión a los 10 minutos de haber iniciado el calentamiento.</p> <p>4) Centrifugar a temperatura ambiente a 4900 RPM durante 30 minutos.</p> <p>5) Decantar el sobrenadante inmediatamente después de centrifugar (máximo un minuto después) y medir el volumen.</p> <p>6) Tomar 10 mL del sobrenadante y colocar en un vaso de precipitados de 50 mL</p>	$(ISA) = \frac{Ps}{Pm (g) bs}$ <p><b>Ecuación 6-2:</b> Índice de solubilidad en agua</p> <p><b>Donde:</b>  <b>(ISA)</b> = Índice de solubilidad en agua  <b>Ps</b>= Peso solubles (g) xVx10  <b>Pm</b>= Peso muestra (g) bs</p> $(PH) = \frac{Pdg (g)}{Pm (g) bs - Ps (g)}$ <p><b>Ecuación 7-2:</b> Poder de hinchamiento</p> <p><b>Donde:</b>  <b>(PH)</b> = Poder de hinchamiento  <b>Pdg</b>= Peso del gel (g)  <b>Pm</b>= Peso muestra (g) bs</p>			
--	--	---	---	---	--	--	--

			<p>(previamente pesado)</p> <p>7) Secar el sobrenadante en una estufa durante toda la noche a 70°C.</p> <p>8) Pesar el tubo de centrifuga con el gel.</p> <p>9) Pesar el vaso de precipitados con los insolubles.</p> <p><b>Nota:</b></p> <p>El presente parámetro se realiza por triplicado, por cada almidón tanto para el de cáscara de papa Superchola como el de Fripapa – 99.</p>				
4	<b>pH</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medidor de pH</li> <li>• Electrodos de vidrio y de calomel</li> </ul>	1) Pesar 5g de almidón y añadir 25 mL de agua destilada en los recipientes plásticos.	Medición directa	NTE INEN 1456:1986	(NTE INEN 1456:1986).	Laboratorio de Investigación Facultad de Ciencias ESPOCH.

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agitador Shaker Orbital</li> <li>• Recipientes plásticos</li> </ul> <p><b>Sustancias y Reactivos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solución tampón 0.05 molal de fosfato p H 7,0.</li> <li>• Almidón de cáscara de papa Superchola.</li> <li>• Almidón de cáscara de papa Fri papa-99.</li> <li>• Agua destilada</li> </ul>	<p>2) Agitar la solución durante 30 minutos a 200 rpm en el Agitador Shaker Orbital.</p> <p>3) Sedimentar la solución durante 6 horas.</p> <p>4) Calibrar el medidor de pH a 25°C sumergiendo los electrodos en solución tampón pH 7,0 y ajustar el control a esta temperatura.</p> <p>5) Ajustar el instrumento al valor de pH correcto de la solución tampón, con el control de asimetría.</p> <p>6) Con el control correspondiente retornar el equipo a su posición de reposo.</p> <p>7) Lavar los electrodos con agua destilada y</p>				
--	--	--	---	--	--	--	--

			<p>secar con papel suave absorbente.</p> <p>8) Sumergir el electrodo en la solución anteriormente realizada, misma que debe estar a 25 °C.</p> <p>9) Accionar el control de lectura y leer el pH.</p> <p><b>Nota:</b></p> <p>El presente parámetro se realiza por triplicado, por cada almidón tanto para el de cáscara de papa Superchola como el de Fripapa – 99.</p>				
5	<b>VISCOSIDAD</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Balanza analítica con una precisión de 0,01 g</li> <li>Viscosímetro marca NIA modelo DV-1</li> </ul>	1) Pesar 25 g de almidón en base seca, disolver en agua destilada y completar a 500 mL en un vaso de	Medición directa	(ISI, 2002; citado en Aristizábal y Sánchez, 2007).	(Aristizábal y Sánchez, 2007: p.66).	Laboratorio de Investigación Facultad de Ciencias ESPOCH.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aguja para viscosímetro</li> <li>• Baño de agua con temperatura constante</li> <li>• Reverbero</li> <li>• Vaso de precipitación de 1000 mL</li> <li>• Vaso de precipitación de 600 mL</li> <li>• Varilla de agitación.</li> <li>• Termómetro</li> <li>• Espátula</li> <li>• Una pinza para crisol.</li> </ul> <p><b>Reactivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Almidón de cáscara de papa Superchola</li> <li>• Almidón de cáscara de papa Fripapa-99</li> </ul>	<p>precipitación de 600 ml.</p> <p>2) Calentar la suspensión con agitación hasta ebullición (aproximadamente 15 minutos).</p> <p>3) Enfriar el gel hasta 25 °C.</p> <p>4) Medir la viscosidad a 25°C, con una velocidad de 10. RPM</p> <p><b>Nota:</b></p> <p>El presente parámetro se realiza por triplicado, por cada almidón tanto para el de cáscara de papa Superchola como el de Fripapa – 99.</p>				
--	---	--	--	--	--	--



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua destilada</li> </ul>					
6	<b>TEMPERATURA DE GELATINIZACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanza analítica con una precisión de 0,01 g</li> <li>• Reverbero</li> <li>• Malla de asbesto</li> <li>• Vasos de precipitación de 100, 250 y 1000 mL</li> <li>• Una pinza de acero inoxidable</li> <li>• Termómetro con escala de 0 - 100 °C</li> </ul> <p><b>Reactivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Almidón de cáscara de papa Superchola.</li> <li>• Almidón de cáscara de papa Fripapa-99</li> <li>• Agua</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Pesar 10 g de almidón disolver en agua destilada y completar a 100 mL en un vaso de precipitación de 250 mL.</li> <li>2) Calentar agua en un vaso de precipitación de 1000 mL A 85 °C.</li> <li>3) Tomar 50 ml de la suspensión en un vaso de precipitado de 100 mL.</li> <li>4) Introducir el vaso de precipitado con la muestra en el agua a 85°C.</li> <li>5) Agitar con el termómetro constantemente la suspensión de almidón hasta que se forma una pasta y la</li> </ol>	Medición directa	(Grace, 1977; citado en Aristizábal y Sánchez, 2007).	(Aristizábal y Sánchez, 2007: p.72).	Laboratorio de Investigación Facultad de Ciencias ESPOCH.

		destilada	<p>temperatura permanezca estable por unos segundos.</p> <p>6) Leer la temperatura de gelatinización.</p> <p><b>Nota:</b></p> <p>El presente parámetro se realiza por triplicado, por cada almidón tanto para el de cáscara de papa Superchola como el de Fripapa – 99.</p>				
7	<b>DENSIDAD APARENTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Balanza analítica con una precisión de 0,01 g</li> <li>Probeta graduada de 100 ml</li> <li>Embudo</li> <li>Espátula</li> </ul>	<p><b>Densidad aparente del almidón suelto</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Pesar la probeta graduada vacía,</li> <li>Adicionar cuidadosamente con una espátula la muestra de almidón a la probeta de 100 ml por medio de un</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Densidad aparente del almidón suelto (<math>\frac{g}{mL}</math>):</b></li> </ul> $\rho_{\text{almidón suelto}} = \frac{[(Pbv + As)] - Pbv}{100 \text{ mL}}$ <p><b>Donde:</b></p> <p><b>Pbv</b>=Peso probeta vacía (g)</p> <p><b>As</b>=Almidón suelto (g)</p> <p><b>Ecuación 8-2:</b> Densidad aparente del almidón suelto.</p>	(Smith, 1967; citados en Aristizábal y Sánchez, 2007).	(Aristizábal y Sánchez, 2007: p.65).	Laboratorio de Investigación Facultad de Ciencias ESPOCH.

		<p><b>Reactivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Almidón de cáscara de papa Superchola.</li> <li>• Almidón de cáscara de papa Fripapa-99.</li> </ul>	<p>embudo hasta que el volumen total sea libremente completado.</p> <p>3) Pesar la probeta de 100 ml que contiene el almidón.</p> <p><b>Densidad aparente del almidón empacado</b></p> <p>4) Sostener la probeta con la muestra de almidón y compactarla manualmente sobre una superficie plana amortiguada, hasta que el volumen ocupado sea el valor mínimo.</p> <p>5) Pesar la probeta con el almidón empacado.</p>	<p>• <b>Densidad aparente del almidón empacado</b> (<math>\frac{g}{mL}</math>):</p> <p><b>Donde:</b></p> <p><b>Pbv</b>= Peso probeta vacía (g)</p> <p><b>Ae</b>=Almidón empacado (g)</p> <p><b>Vme</b>=Volumen muestra empacada (mL)</p> <p><b><math>\rho</math> del almidón empacado</b></p> $\frac{[(Pbv + Ae)] - Pbv}{Vme}$ <p><b>Ecuación 9-2:</b> Densidad aparente del almidón empacado .</p>			
--	--	--	--	---	--	--	--

			<p>6) Medir el volumen de la muestra empacada.</p> <p><b>Nota:</b></p> <p>El presente parámetro se realiza por triplicado, por cada almidón tanto para el de cáscara de papa Superchola como el de Fripapa-99.</p>				
8	<b>SENSIBILIDAD</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Balanza analítica con una precisión de 0,01 g</li> <li>Vaso de precipitación</li> <li>Probeta</li> <li>Vidrio reloj</li> </ul> <p><b>Reactivos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Almidón de cáscara de papa Superchola</li> <li>Almidón de cáscara de papa Fripapa-99.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Pesar 1 g de almidón</li> <li>Colocar el almidón en un vaso de precipitación y añadir 5 mL de agua fría. Agitar.</li> <li>Transferir totalmente la suspensión en un vaso de precipitación con 200 mL de agua hirviendo.</li> <li>Dejar enfriar</li> </ol>	Medición directa	NTE INEN1 456:1986	(NTE INEN 1456:1986).	Laboratorio de Investigación Facultad de Ciencias ESPOCH.

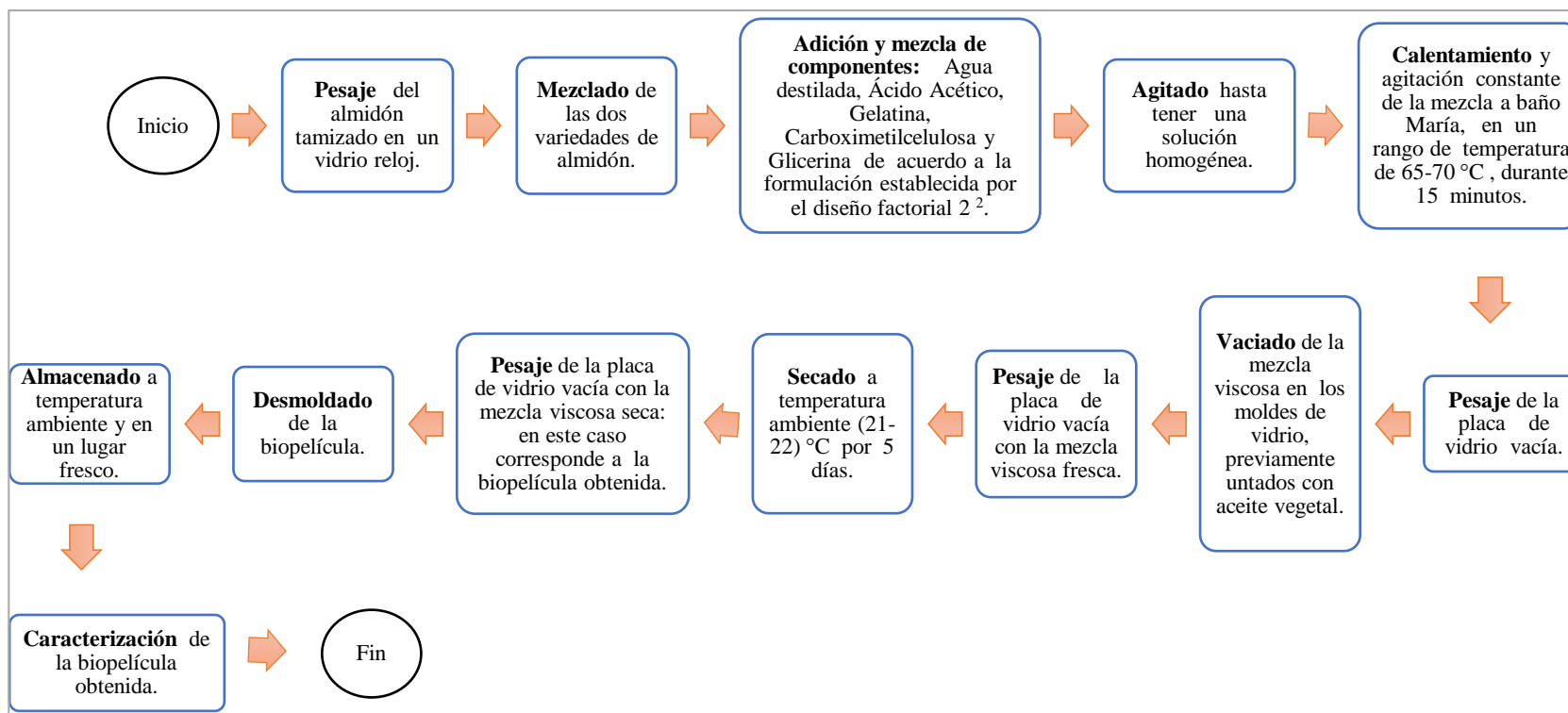
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua destilada</li> <li>• Ioduro de Potasio R.A.</li> <li>• Solución de Iodo 0.1 N</li> <li>• Solución de tiosulfato de sodio 0.1 N</li> </ul>	<p>5) Agregar 5 mL de esta solución a 100 mL agua que contiene 50 mg de Ioduro de Potasio</p> <p>6) Colocar yodo al 0.1 N y tiosulfato de sodio al 0.1 N.</p> <p>Nota: Considerar que la muestra cumple con el requisito cuando se produce color azul profundo que desaparece por adición de solución de tiosulfato de sodio 0.1 N</p>				
--	--	---	--	--	--	--	--

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

Es preciso mencionar, que para llevar a cabo algunos análisis Físico Químico de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 se usa la metodología de la Tabla 8-2.

### 2.8.1.3. Segunda etapa: Formulación de la biopelícula

- Técnica para la obtención de una biopelícula a partir del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (*Solanum tuberosum*) y aditivos



**Gráfico 3-2.** Diagrama de flujo para la obtención de una biopelícula para el embalaje de alimentos

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

La obtención de una biopelícula a partir del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (*Solanum tuberosum*) y aditivos; se realiza mediante el método descrito por Guamán (2019, p.31) con ciertas modificaciones basadas en las metodologías propuestas por Charro (2015, p.31), Meza (2016, pp. 42), Chulde (2020, p.39) y adaptaciones de acuerdo a lo requerido en el presente proyecto.



**Figura 21-2.** Pesaje individual del almidón

**Realizado por:** Guamán Cargua, Alemania, 2022.

**Pesaje del almidón tamizado.** Se pesa el almidón por variedad de cáscara, en un vidrio reloj de acuerdo a la formulación establecida por el diseño factorial  $2^2$ . Para ello se utiliza la Balanza Analítica: marca OHAUS EXPLORER, Modelo EX 625 serie B704630507.



**Figura 22-2.** Mezcla de los almidones

**Realizado por:** Guamán Cargua, Alemania, 2022.

**Mezclado del almidón.** En un vaso de precipitación de 250 mL se mezcla el almidón de cáscara de papa Superchola con el almidón de cáscara Fripapa-99 (*Solanum tuberosum*).



**Figura 23-2.** Adición de componentes

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Adición y mezcla de componentes.** Se añade agua destilada y ácido acético de acuerdo a la formulación establecida y se remueve por 5 minutos. Posteriormente se agrega gelatina y carboximetilcelulosa y se revuelve durante 5 minutos. Finalmente se agrega glicerina según el tipo de formulación de la matriz del diseño factorial  $2^2$ .



**Figura 24-2.** Agitación homogénea de todos los componentes

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Agitado** hasta tener una solución homogénea.



**Figura 25-2.** Calentamiento de la mezcla a baño María

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.



**Calentamiento.** Se agita constantemente la mezcla con calentamiento a baño María en un rango de temperatura de 65-70 °C, y se conserva por 15 minutos.



**Figura 26-2.** Pesaje de la placa de vidrio vacía

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Pesaje.** Se pesa la placa de vidrio vacía, en una balanza marca RADWAG Wagi Elektroniczne; modelo: PS 4500.R2.



**Figura 27-2.** Vaciado de la mezcla viscosa

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Vaciado.** Se vacía y esparce uniformemente la mezcla viscosa en los moldes de vidrio de 20 cm de largo x 17 cm de ancho, estos previamente untados con una mínima cantidad de aceite vegetal, para evitar que esta se pegue.



**Figura 28-2.** Pesaje de la placa vacía con la mezcla viscosa

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Pesaje.** Se pesa la placa de vidrio vacía con la mezcla viscosa fresca.



**Figura 29-2.** (a) Secado de los tratamientos con sus repeticiones, día 1 y (b) Día 5

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Secado.** Se seca a temperatura ambiente (21- 22 °C) por 5 días, los Tratamientos de Biopelícula ( TBP1, TBP2, TBP3 Y TBP4) con sus repeticiones, de acuerdo a lo establecido en la matriz del diseño factorial 2<sup>2</sup>.



**Figura 30-2.** Pesaje de la biopelícula obtenida

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

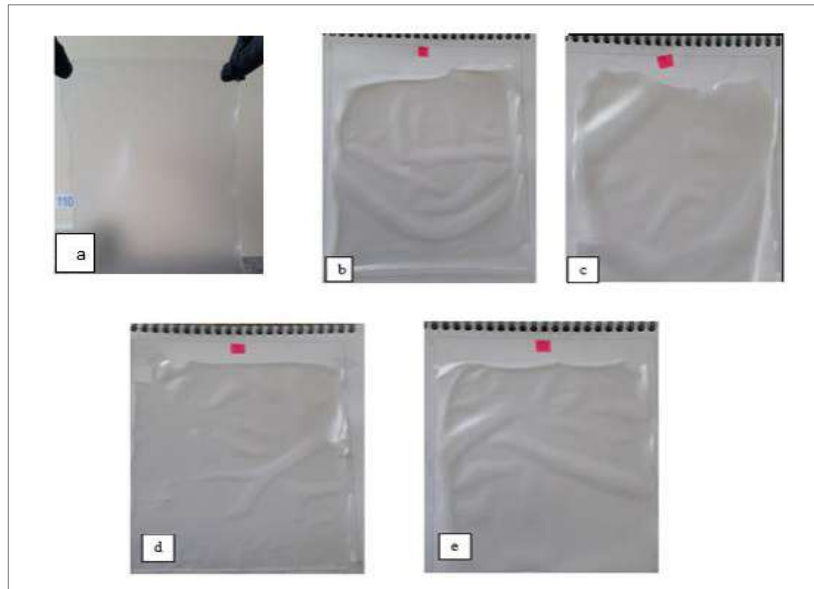
**Pesaje.** Se pesa la placa de vidrio vacía, con la mezcla viscosa seca: en este caso corresponde a la biopelícula obtenida, con la finalidad de determinar su peso.



**Figura 31-2.** Desmoldado de la biopelícula obtenida

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Desmoldado.** Se desmolda la biopelícula, cuando esta sea fácil de hacerlo.



**Figura 32-2.** Almacenamiento de los tratamientos (a) Ligeramente transparente a distancia lejana; (b) TBP1; (c) TBP2;(d) TBP3 y (e) TBP4

**Realizado por:** Guamán Cargua, Alemania, 2022.

**Almacenado.** Se almacena los Tratamientos de Biopelícula (TBP1, TBP2, TBP3 y TBP4) con sus repeticiones a temperatura ambiente, en un lugar fresco.

**Caracterización** de la biopelícula obtenida.

- Caracterización de la biopelícula obtenida a partir del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (*Solanum tuberosum*) y aditivos

**Tabla 9-2:** Análisis para llevar a cabo la caracterización de la biopelícula obtenida a partir del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99

No.	ANÁLISIS	MATERIALES Y EQUIPOS	PROCEDIMIENTO	FORMULA PARA EL CÁLCULO	MÉTODO DE ENSAYO	REFERENCIA	LUGAR
1	<b>ESPESOR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calibrador pie de rey (Carbon Fiber Composite Digital Caliper Resolution: 0.1 mm/0.01” Accuracy: ± 0.2 mm/0.1” Battery:1.5v )</li> </ul> <p><b>Reactivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biopelícula a partir del almidón de</li> </ul>	<p>1) Medir con un pie de rey, con una resolución de 0.1 mm/0.01”, doce biopelículas correspondientes a los cuatro tratamientos, cada una de estas recortadas con medidas de 2,5 cm x 2,5 cm</p> <p>2) Obtener el resultado mediante el promedio de las repeticiones por tratamiento.</p>	Medición directa	Mediante el método descrito por (Escobar, 2009, p.34) y ciertas modificaciones basadas por las metodologías propuestas por (Charro, 2015, p.31).	(Escobar, 2009, p.34). (Charro, 2015, p.31).	Laboratorio de Investigación Facultad de Ciencias ESPOCH.

		cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 ( <i>Solanum tuberosum</i> ).	<b>Nota:</b> Se realiza 3 repeticiones por tratamiento.				
2	<b>HUMEDAD</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estufa con circulación de aire.</li> <li>• Balanza analítica con una precisión de 0,01 g</li> <li>• Biopelícula a partir del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (<i>Solanum tuberosum</i>).</li> <li>• Cápsulas de porcelana</li> </ul> <p><b>Reactivo:</b></p>	<p>1) Pesar la biopelícula secada a temperatura ambiente de acuerdo al número de tratamiento con su respectiva repetición. Siendo su medida de 2,5 cm x 2,5cm.</p> <p>2) Poner en la estufa con circulación de aire a <math>105 \pm 1</math> °C durante 24 horas.</p> <p>3) Colocar en el desecador durante 1 hora.</p> <p>4) Obtener el peso final de la biopelícula por tratamiento con su respectiva repetición (Conservar estas muestras.).</p>	<p><b>% Humedad</b></p> $= \frac{(P_1 - P_2)}{P_1} \times 100$ <p><b>Ecuación 10-2:</b> Porcentaje de Humedad.</p> <p><b>Donde:</b> <b>P<sub>1</sub>:</b> Peso inicial de la biopelícula (g). <b>P<sub>2</sub>:</b> Peso final seco de la biopelícula (g).</p>	Método gravimétrico	(Escobar, 2009, p.34).	Laboratorio de Investigación Facultad de Ciencias ESPOCH.

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biopelícula a ensayar</li> </ul>	<p><b>Nota:</b> Se realiza 3 repeticiones por tratamiento.</p>				
3	<b>SOLUBILIDAD EN AGUA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanza analítica con una precisión de 0,01 g</li> <li>• Envases plásticos de 100 mL.</li> <li>• Probeta</li> <li>• Papel Filtro</li> </ul> <p><b>Reactivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biopelícula a ensayar</li> <li>• Agua destilada</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Tomar las muestras de cada tratamiento con sus respectivas repeticiones conservadas del ensayo anterior (humedad).</li> <li>2) Colocar en 80 mL de agua destilada.</li> <li>3) Agitar a 100 rpm, a 20°C durante 1 hora.</li> <li>4) Filtrar</li> <li>5) Colocar en la estufa a 40 °C hasta que esté seca y posteriormente a 105 °C durante 24 horas, con la finalidad de obtener un peso constante y determinar la</li> </ol>	<p><b>% Solubilidad</b></p> $= \left[ \frac{(P_2 - P_3)}{P_2} \right] * 100$ <p><b>Ecuación 11-2:</b> Porcentaje de Solubilidad</p> <p><b>Donde:</b> <b>P<sub>2</sub>:</b> Peso inicial seco de la biopelícula (g). <b>P<sub>3</sub>:</b> Peso final seco de la biopelícula (g).</p>	Se realizó mediante el método descrito por (Escobar, 2009, p. 34) y ciertas modificaciones basadas por las metodologías propuestas por (Charro, 2015, p.23).	(Escobar, 2009, p.34).  (Charro, 2015, p.23).	Laboratorio de Investigación Facultad de Ciencias ESPOCH.

			<p>materia seca no soluble en el agua.</p> <p><b>Nota:</b> Se realiza 3 repeticiones por tratamiento.</p>				
4	<b>PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Balanza analítica con una precisión de 0,01 g</li> <li>Tubos de ensayo (15 cm de altura y 16 mm de diámetro interno) Desecador</li> <li>Gradilla</li> <li>Vaso de precipitación</li> </ul> <p><b>Reactivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Biopelícula a ensayar</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Rotular el tubo de ensayo con cada biopelícula de acuerdo al tratamiento con sus respectivas repeticiones, para evitar la pérdida de identidad de los mismos.</li> <li>Colocar en cada tubo de ensayo el desecante previamente activado a 105 °C; llevar hasta 6 mm por debajo del borde.</li> <li>Colocar en cada tubo de ensayo la biopelícula de 5 cm x 5 cm</li> </ol>	$WVTR = \frac{\left(\frac{Q}{t}\right)}{A}$ <p><b>Ecuación 12-2:</b> Tasa de transmisión de vapor de agua expresada en [ g/h * m<sup>-2</sup>].</p> <p><b>Donde:</b> Q= Peso ganado del desecante en gramos. t = tiempo de la prueba en horas Q/t = Pendiente de la gráfica Q vs. t, g/h A= Área expuesta de la biopelícula en m<sup>2</sup></p>	ASTM D 1653: Métodos de prueba estándar para la transmisión de vapor de agua de una película de recubrimiento orgánico.	-	Laboratorio de Investigación Facultad de Ciencias ESPOCH.



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solución salina sobresaturada</li> <li>• Desecante</li> </ul>	<p>correspondiente y sellar herméticamente con cinta scotch.</p> <p>4) Poner en una gradilla</p> <p>5) Registrar el peso inicial del tubo herméticamente sellado.</p> <p>6) Colocar cada tubo en el desecador (cámara ambiental), preparado a una HR de 75 % y a una temperatura de 20 °C. Registrar pesos en una balanza analítica después de una hora. Esto se realiza durante seis horas en un día.</p>	<p><b>Ecuación 13-2:</b> la permeabilidad al vapor de agua.</p> $WVP = \frac{WVTR * e}{\Delta p}$ <p><b>Donde:</b></p> <p><b>WVP=</b> es la permeabilidad al vapor de agua expresada en (g * h<sup>-1</sup> * m<sup>-1</sup> * MPa<sup>-1</sup>)</p> <p><b>WVTR=</b> es la pendiente de la gráfica sobre el área total de la biopelícula (g/h * m<sup>-2</sup>)</p> <p><b>e =</b> espesor en (m)</p> <p><b>Δp=</b> Diferencial de presión</p> <p><b>S´=</b> Presión de vapor de agua a la temperatura del ensayo (MPa) T= 20 °C.</p> <p><b>HR1=</b> Humedad relativa en el desecador con solución de cloruro</p>			
--	--	--	--	--	--	--	--

				de sodio sobresaturada (HR <sub>1</sub> =75%).  <b>HR<sub>2</sub></b> = Humedad relativa dentro del tubo de ensayo (HR <sub>2</sub> =0%).			
5	<b>PROPIEDADES MECÁNICAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Máquina universal de ensayos - WAW600B</li> <li>Biopelícula a ensayar</li> </ul>	1) Se trabaja con una Probeta Tipo A de acuerdo a las medidas establecidas por la norma NTE INEN 2043:2013	-	NTE INEN 2635:2012 Método de ensayo para las propiedades de tracción de láminas plásticas delgadas.  NTE INEN 2043:2013 Plásticos. Método de ensayo para la determinación de las propiedades de tensión.	(NTE INEN 2635: 2012)          (NTE INEN 2043:2013)	Laboratorio externo  LEnMaV Laboratorio Ensayo de Materiales
6	<b>BIODEGRADABILIDAD</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biopelícula a ensayar</li> </ul>	Para llevar a cabo el parámetro de		Método recomendado por		Laboratorio de

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cámara de celular</li> <li>• Programa ImageJ</li> <li>• Regla</li> <li>• Base de cartón</li> <li>• Cuadrícula de madera de 12 espacios.</li> <li>• Cubeta rectangular</li> <li>• Tierra negra</li> <li>• Cuchara metálica</li> <li>• Recipientes plásticos</li> <li>• Agua de grifo</li> <li>• Jeringa de 60 mL</li> </ul>	<p>biodegradabilidad en el ambiente, suelo y agua es necesario contar con una biopelícula de 1600 mm de área correspondiente a los tratamientos (TBP1, TBP2, TBP3 y TBP4), según diseño factorial 2<sup>2</sup>; además de realizarlos por triplicado.</p> <p><b>AMBIENTE</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Tomar una base de cartón.</li> <li>2) Etiquetar cada tratamiento con su repetición.</li> <li>3) Dibujar una escala en centímetros.</li> <li>4) Colocar la biopelícula según su etiqueta.</li> <li>5) Tomar una foto a la biopelícula después de 7 días</li> </ol>	$\%PA = \frac{(A_1 - A_2)}{A_1} * 100$ <p><b>Ecuación 14-2:</b> Pérdida de área %PA= Porcentaje pérdida de área A<sub>1</sub> = Área inicial (mm<sup>2</sup>) A<sub>2</sub> = Área final (mm<sup>2</sup>)</p>	parte del Laboratorio de Investigación Facultad de Ciencias de la ESPOCH	(EN, 13432:2002)	Investigación Facultad de Ciencias ESPOCH y en el domicilio.
--	---	---	---	--	------------------	--

			<p>6) Medir la foto de la biopelícula, haciendo uso del programa de ImageJ, para determinar su área.</p> <p>7) Calcular el porcentaje de biodegradabilidad.</p> <p><b>SUELO</b></p> <p>1) Elaborar una cuadrícula de madera de 12 espacios.</p> <p>2) Colocar en la base de la cubeta 3 cm de tierra.</p> <p>3) Introducir la cuadrícula de madera a la cubeta.</p> <p>4) Colocar en orden de tratamiento la biopelícula con su repetición.</p>				
--	--	--	---	--	--	--	--

			<p>5) Añadir encima de la biopelícula 5 cm de tierra.</p> <p>8) Etiquetar cada tratamiento.</p> <p>9) Después de 7 días, extraer con una cuchara cuidadosamente los 5 cm de tierra por tratamiento.</p> <p>10) Añadir una escala en cm (regla pequeña).</p> <p>11) Tomar una foto a la biopelícula.</p> <p>12) Medir la foto de la biopelícula haciendo uso del programa de ImageJ, para determinar su área.</p> <p>13) Calcular el porcentaje de biodegradabilidad.</p> <p><b>AGUA</b></p>				
--	--	--	---	--	--	--	--

			<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Etiquetar los recipientes plásticos de acuerdo a cada tratamiento con su repetición.</li> <li>2) Añadir agua de grifo a los recipientes, hasta que alcance una altura de 5 cm.</li> <li>3) Después de 7 días, colocar una escala en centímetros (regla).</li> <li>4) Tomar una foto a la biopelícula.</li> <li>5) Medir la foto de la biopelícula haciendo uso del programa de ImageJ, para determinar su área.</li> <li>6) Calcular el porcentaje de biodegradabilidad.</li> <li>7) En caso de que el volumen de agua haya disminuido, se deberá aumentar</li> </ol>				
--	--	--	---	--	--	--	--

			<p>cuidadosamente con una jeringa lo necesario, para mantener la altura de 5cm de agua de grifo.</p> <p><b>Nota:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Al tomar la foto, tratar de mantener la misma distancia con respecto a la biopelícula y la cámara, para evitar alteración en los resultados de medición.</li> </ul>				
7	<p><b>TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL ALIMENTO RECUBIERTO CON LA BIOPELÍCULA OBTENIDA MEDIANTE ANÁLISIS SENSORIAL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fresas frescas</li> <li>• Recipientes</li> <li>• Mesa de acero Inoxidable</li> <li>• Papel Absorbente</li> <li>• Base de poliexpan</li> <li>• Papel Cartulina</li> </ul>	<p><b>ACONDICIONAMIENTO DE MATERIA PRIMA: FRESA FRESCA UTILIZADA PARA LA EXPERIMENTACIÓN</b></p>	Medición directa	Se realizó mediante el método descrito por (Argueta y Trujillo, 2019: p.85), (Dirección General de salud ambiental e inocuidad alimentaria, 2019, p.11)	(Argueta y Trujillo, 2019: p.85), (Dirección General de salud ambiental e inocuidad alimentaria, 2019, p.11) y	Laboratorio de Procesos Industriales y en el domicilio.

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Botellones de Agua Luz</li> <li>• Pipeta de 10 mL</li> <li>• Pera de succión</li> </ul> <p><b>Reactivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biopelícula a ensayar</li> <li>• Solución desinfectante de NaClO (Hipoclorito de sodio: 3,75 mL de Clorox en 5 L de agua)</li> </ul>	<p>1) Adquirir fresas frescas en el mercado Mayorista de Riobamba.</p> <p>2) Seleccionar la materia prima: de acuerdo a su tamaño, apariencia (color uniforme en todo el fruto); además de estar intactas y no desintegradas.</p> <p>3) Lavar cuidadosamente las fresas frescas con Agua Luz sin cortar el tallo para evitar que los microorganismos ingresen al interior del alimento; esto con la finalidad de remover las impurezas presentes en la fruta. Esta operación se debe realizar por dos veces.</p>		<p>y ciertas modificaciones basadas por las metodologías propuestas por (Arévalo et al., 2018: pp.78-79).</p>	<p>(Arévalo et al., 2018: pp.134-135).</p>	
--	--	--	--	--	---	--	--



			<p>4) Sumergir las fresas en una solución desinfectante de Hipoclorito de sodio.</p> <p>5) Dejar reposar la fresa en la solución desinfectante por 2 minutos.</p> <p>6) Enjuagar con agua Luz.</p> <p>7) Colocar a las fresas sobre papel absorbente y secar al aire.</p> <p>8) Etiquetar las bases de poliexpan, para la fresa sin recubrir y de acuerdo al Tratamiento de Biopelícula obtenida, según diseño factorial <math>2^2</math>.</p> <p>9) Poner una fresa sobre un pedazo de papel cartulina y la base de poliexpan, previamente etiquetados.</p>				
--	--	--	--	--	--	--	--

			<p>10) Recubrir las fresas frescas con la biopelícula obtenida, conforme a cada tratamiento.</p> <p>11) Tomar una foto diariamente a la fresa con recubrimiento de acuerdo al tratamiento de biopelícula obtenida, según diseño factorial 2<sup>2</sup> y a la fresa sin recubrir; Y después de aquello, realizar el <b>análisis sensorial</b> de las mismas; el cual consiste en evaluar cada día las características sensoriales de: olor, color, textura y sabor; a través de la escala hedónica de 5 puntos. Durante 7-15 días</p>				
--	--	--	--	--	--	--	--

			<p>aproximadamente, según comportamiento de la fresa recubierta. Permitiendo así también, determinar la vida de anaquel de la fresa sin y con recubrimiento de acuerdo a los tratamientos.</p> <p>A continuación, se encuentra la escala hedónica que se llevó a cabo para realizar este análisis.</p> <p><b>Escala hedónica</b></p> <p>1 Me desagrada mucho</p> <p>2 Me desagrada levemente</p> <p>3 No me agrada ni desagrada</p> <p>4 Me agrada levemente</p> <p>5 Me agrada mucho</p>				
--	--	--	---	--	--	--	--

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 3.1. Datos, cálculos y resultados de los análisis realizados

##### 3.1.1. Datos

##### 3.1.1.1. Datos del Análisis Físico Químico de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (*Solanum tuberosum*)

- Datos del porcentaje de humedad y materia seca de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99, en base seca

**Tabla 1-3:** Datos de humedad (base seca) de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99

No.	MUESTRA	REPETICIÓN	PESO CRISOL TARADO (g)	PESO 1 (g)	PESO CRISOL TARADO + PESO MUESTRA SECA (g)	PESO2 (g)
1	CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	R1	39.898	1.502	41.206	1.308
		R2	39.710	1.500	41.018	1.308
		R3	32.972	1.500	34.282	1.310
2	CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99	R1	42.096	1.500	43.414	1.318
		R2	32.944	1.500	34.262	1.318
		R3	38.946	1.502	40.268	1.322

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

- *Datos del porcentaje de humedad de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99, en base húmeda*

**Tabla 2-3:** Datos de humedad de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99

No.	MUESTRA	REPETICIÓN	PESO CRISOL TARADO (g)	PESO 1 (g)	PESO CRISOL TARADO + PESO MUESTRA SECA (g)	PESO 2 (g)
1	CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	R1	42.102	1.500	42.366	0.264
		R2	32.944	1.502	33.184	0.240
		R3	38.956	1.500	39.214	0.258
2	CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99	R1	39.908	1.500	40.228	0.32
		R2	39.712	1.500	40.052	0.340
		R3	32.976	1.500	33.3020	0.326

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

- *Datos del porcentaje de ceniza de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99, en base seca*

**Tabla 3-3:** Datos de ceniza (base seca) de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99

No.	MUESTRA	REPETICIÓN	PESO CRISOL TARADO (g)	PESO 1 (g)	PESO 2 (g)	PESO CRISOL TARADO + PESO CENIZA (g)	PESO 3 (g)
1	CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	R1	39.898	1.502	1.308	39.970	0.072
		R2	39.710	1.500	1.308	39.782	0.072
		R3	32.972	1.500	1.310	33.048	0.076
2	CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99	R1	42.096	1.500	1.318	42.154	0.058
		R2	32.944	1.500	1.318	33.000	0.056
		R3	38.946	1.502	1.322	39.004	0.058

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

- *Datos del Índice de Absorción de Agua (IAA), Índice de Solubilidad en Agua (ISA) y Poder de Hinchamiento (PH) de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99, en base seca*

**Tabla 4-3:** Datos del (IAA),(ISA) y (PH) de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99

No.	MUESTRA	REPETICIÓN	PESO TUBO VACÍO (g)	PESO MUESTRA (g)	PESO VASO VACÍO (g)	VOLUMEN (mL)	PESO DEL GEL + TUBO SIN TAPA (g)	PESO DEL GEL (g)	PESO VASO VACÍO + PESO SOLUBLES (g)	PESO SOLUBLES (g)	PESO SOLUBLES (g) x Vx10
1	CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	R1	11.034	1.250	29.552	25	17.222	6.188	29.616	0.064	16.000
		R2	11.008	1.250	31.342	25	17.420	6.412	31.406	0.064	16.000
		R3	11.132	1.250	35.076	24	17.970	6.838	35.138	0.062	14.880
2	CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99	R1	10.740	1.250	19.842	26	15.196	4.456	19.904	0.062	16.120
		R2	11.290	1.250	20.116	26	15.708	4.418	20.176	0.060	15.600
		R3	11.132	1.250	19.886	26	15.526	4.394	19.946	0.060	15.600

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

3.1.1.2. Datos del Análisis Físico Químico del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (*Solanum tuberosum*)

- Datos del porcentaje de humedad y materia seca del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99

**Tabla 5-3:** Datos de humedad del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99

No.	MUESTRA	REPETICIÓN	PESO CRISOL TARADO (g)	PESO 1 (g)	PESO CRISOL TARADO + PESO MUESTRA SECA (g)	PESO 2 (g)
1	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	R1	42.096	1.500	43.409	1.313
		R2	32.948	1.504	34.265	1.317
		R3	38.948	1.502	40.263	1.315
2	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99	R1	39.902	1.500	41.210	1.308
		R2	39.710	1.506	41.024	1.314
		R3	32.978	1.504	34.292	1.314

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

- Datos del porcentaje de ceniza del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99

**Tabla 6-3:** Datos de ceniza del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99

No.	MUESTRA	REPETICIÓN	PESO CRISOL TARADO (g)	PESO 1 (g)	PESO 2 (g)	PESO CRISOL TARADO + PESO CENIZA (g)	PESO 3 (g)
1	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	R1	42.096	1.500	1.278	42.102	0.006
		R2	32.948	1.504	1.282	32.952	0.004
		R3	38.948	1.502	1.280	38.954	0.006
2	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99	R1	39.902	1.500	1.272	39.906	0.004
		R2	39.710	1.506	1.278	39.716	0.006
		R3	32.978	1.504	1.278	32.982	0.004

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

- *Datos del Índice de Absorción (IAA), Índice de Solubilidad en Agua (ISA) y Poder de Hinchamiento (PH) del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99*

**Tabla 7-3:** Datos del (IAA),(ISA) y (PH) del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99

No.	MUESTRA	REPETICIÓN	PESO TUBO VACÍO (g)	PESO MUESTRA (g)	PESO VASO VACÍO (g)	VOLUMEN (mL)	PESO DEL GEL + TUBO SIN TAPA (g)	PESO DEL GEL (g)	PESO VASO VACÍO + PESO SOLUBLES (g)	PESO SOLUBLES (g)	PESO SOLUBLES x V x 10 (g)
1	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	R1	11.184	1.252	19.890	27	14.840	3.656	19.893	0.003	0.810
		R2	11.106	1.254	28.770	26	16.028	4.922	28.774	0.004	1.040
		R3	11.157	1.252	29.559	26	16.061	4.904	29.561	0.002	0.520
2	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99	R1	10.333	1.256	20.139	28	12.840	2.507	20.141	0.002	0.560
		R2	10.172	1.251	30.977	27	12.700	2.528	30.982	0.005	1.350
		R3	9.470	1.251	19.873	27	11.990	2.520	19.876	0.003	0.810

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.



- *Datos de la densidad aparente del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99*

**Tabla 8-3:** Datos de la densidad aparente del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99

No.	MUESTRA	REPETICIÓN	PESO PROBETA VACÍA (g)	PESO PROBETA VACÍA + PESO MUESTRA SUELTA (g)	PESO MUESTRA SUELTA (g)	PESO PROBETA VACÍA + PESO MUESTRA EMPACADA (g)	VOLUMEN DE MUESTRA EMPACADA (mL)
1	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	R1	304.450	375.310	70.860	375.260	82
		R2	304.450	375.220	70.770	375.200	82
		R3	304.450	374.630	70.180	393.341	84
2	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99	R1	304.450	369.430	64.980	369.440	78
		R2	304.450	370.350	65.900	370.310	76
		R3	304.450	372.620	68.170	372.610	81

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

3.1.1.3. *Datos de la biopelícula obtenida a partir del almidón de dos variedades de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 y aditivos, según diseño factorial 2<sup>2</sup>*

- *Datos de la cantidad de mezcla viscosa para la determinación del peso de la biopelícula y espesor, según diseño factorial 2<sup>2</sup>*

**Tabla 9-3:** Datos de la cantidad de mezcla viscosa, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

No.	TRATAMIENTO	VALOR DE LOS NIVELES	FACTORES O VARIABLES		PESO PLACA DE VIDRIO VACÍA (g)	PESO PLACA DE VIDRIO VACÍA + PESO MEZCLA VISCOSA (g)	PESO PLACA DE VIDRIO VACÍA + PESO BIOPELÍCULA
			ACPS	ACPF-99			
1	TBP 1	[-1 ; -1]	PA1	PPG1	322.840	392.280	329.740
					320.640	394.690	327.510
					323.550	395.600	330.280
					321.860	395.150	328.890
2	TBP 2	[1 ; -1]	PA2	PPG1	323.280	393.460	330.430
					320.200	391.530	327.580

					321.810	393.190	328.850
					320.250	396.170	327.670
3	TBP 3	[-1 ; 1]	PA1	PPG2	323.600	404.260	330.940
					321.840	408.590	329.630
					321.840	406.652	329.460
					322.760	408.870	329.350
4	TBP 4	[1 ; 1]	PA2	PPG2	321.160	405.110	329.210
					323.360	398.850	331.280
					321.810	396.250	329.620
					323.360	399.066	331.460

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

- Datos de la caracterización de la biopelícula obtenida a partir del almidón de cáscara de papa Superchola y Fri papa-99 (*Solanum tuberosum*) y aditivos, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

✓ Datos del porcentaje de humedad de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

**Tabla 10-3:** Datos de humedad de la biopelícula obtenida, según de diseño factorial 2<sup>2</sup>

No.	TRATAMIENTO	VALOR DE LOS NIVELES	FACTORES O VARIABLES	REPETICIÓN	PESO 1 (g)	PESO CÁPSULA VACÍA TARADA (g)	PESO CÁPSULA VACÍA TARADA + PESO FINAL SECO BIOPELÍCULA (g)	PESO 2 (g)
1	TBP1	[-1;-1]	PA1:PPG1	R1	0.168	104.632	104.72	0.088
				R2	0.144	81.208	81.284	0.076
				R3	0.118	101.098	101.162	0.064
2	TBP2	[1;-1]	PA2:PPG1	R1	0.08	98.834	98.884	0.050
				R2	0.114	102.378	102.442	0.064
				R3	0.126	110.35	110.424	0.074
3	TBP3	[-1;1]	PA1:PPG2	R1	0.088	82.576	82.624	0.048
				R2	0.104	100.184	100.234	0.050
				R3	0.134	100.04	100.104	0.064
4	TBP4	[1;1]	PA2:PPG2	R1	0.096	91.244	91.298	0.054
				R2	0.114	77.202	77.262	0.060
				R3	0.13	108.862	108.932	0.070

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

- Datos del porcentaje de solubilidad de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

**Tabla 11-3:** Datos de solubilidad de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

No.	TRATAMIENTO	VALOR DE LOS NIVELES	FACTORES O VARIABLES	REPETICIÓN	PESO 1 (g)	PESO 2 (g)	PESO PAPEL FILTRO (g)	PESO PAPEL FILTRO+PESO FINAL SECO BIOPELÍCULA (g)	PESO 3 (g)
1	TBP1	[-1;-1]	PA1:PPG1	R1	0.168	0.088	0.594	0.640	0.046
				R2	0.144	0.076	0.598	0.632	0.034
				R3	0.118	0.064	0.606	0.626	0.020
2	TBP2	[1;-1]	PA2:PPG1	R1	0.080	0.050	0.608	0.618	0.010
				R2	0.114	0.064	0.606	0.632	0.026
				R3	0.126	0.074	0.588	0.616	0.028
3	TBP3	[-1;1]	PA1:PPG2	R1	0.088	0.048	0.540	0.552	0.012
				R2	0.104	0.050	0.532	0.542	0.010
				R3	0.134	0.064	0.508	0.532	0.024
4	TBP4	[1;1]	PA2:PPG2	R1	0.096	0.054	0.524	0.542	0.018
				R2	0.114	0.060	0.520	0.544	0.024
				R3	0.130	0.070	0.514	0.544	0.030

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

- Datos de permeabilidad al vapor de agua de la biopelícula obtenida , según diseño factorial 2<sup>2</sup>

**Tabla 12-3:** Datos de permeabilidad al vapor de agua de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

No.	TRATAMIENTO	VALOR DE LOS NIVELES	FACTORES O VARIABLES	REPETICIÓN	DIÁMETRO DEL TUBO (mm)	ESPESOR BIOPELÍCULA		ÁREA BIOPELÍCULA EXPUESTA		
						PROMEDIO		PROMEDIO		
						(mm)	(m)	INDIVIDUAL	(mm <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>
1	TBP1	[-1;-1]	PA1:PPG1	R1	15.6	0.106	0.0001060	191.134	186.281	1.863
				R2	15.3			183.854		
				R3	15.3			183.854		
2	TBP2	[1;-1]	PA2:PPG1	R1	15.6	0.134	0.0001340	191.134	191.134	1.911
				R2	15.6			191.134		
				R3	15.6			191.134		
3	TBP3	[-1;1]	PA1:PPG2	R1	15.6	0.141	0.0001410	191.134	191.134	1.911
				R2	15.6			191.134		
				R3	15.6			191.134		
4	TBP4	[1;1]	PA2:PPG2	R1	15.6	0.150	0.0001500	191.134	191.134	1.911
				R2	15.6			191.134		
				R3	15.6			191.134		

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Tabla 13-3:** Datos de permeabilidad al vapor de agua de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

TIEMPO (horas)	PESO (g)	TRATAMIENTO															
		TBP1				TBP2				TBP3				TBP4			
		REPETICIÓN			P	REPETICIÓN			P	REPETICIÓN			P	REPETICIÓN			P
		R1	R2	R3		R1	R2	R3		R1	R2	R3		R1	R2	R3	
1	PESO INICIAL	35.422	34.738	34.954	35.038	34.328	35.174	35.782	35.095	34.962	35.232	35.052	35.082	35.380	35.410	35.316	35.369
	PESO FINAL	35.428	34.744	34.960	35.044	34.334	35.182	35.792	35.103	34.970	35.242	35.066	35.093	35.388	35.418	35.324	35.377
2	PESO INICIAL	35.428	34.744	34.960	35.044	34.334	35.182	35.792	35.103	34.970	35.242	35.066	35.093	35.388	35.418	35.324	35.377
	PESO FINAL	35.434	34.748	34.968	35.050	34.340	35.186	35.794	35.107	34.974	35.250	35.070	35.098	35.394	35.422	35.332	35.383
3	PESO INICIAL	35.434	34.748	34.968	35.050	34.340	35.186	35.794	35.107	34.974	35.250	35.070	35.098	35.394	35.422	35.332	35.383
	PESO FINAL	35.440	34.756	34.974	35.057	34.348	35.192	35.802	35.114	34.980	35.258	35.078	35.105	35.402	35.430	35.336	35.389

4	PESO INICIAL	35.440	34.756	34.974	35.057	34.348	35.192	35.802	35.114	34.980	35.258	35.078	35.105	35.402	35.430	35.336	35.389
	PESO FINAL	35.437	34.751	34.972	35.053	34.344	35.188	35.798	35.110	34.979	35.256	35.078	35.104	35.399	35.428	35.335	35.387
5	PESO INICIAL	35.437	34.751	34.972	35.053	34.344	35.188	35.798	35.110	34.979	35.256	35.078	35.104	35.399	35.428	35.335	35.387
	PESO FINAL	35.446	34.760	34.979	35.062	34.352	35.197	35.807	35.119	34.986	35.264	35.088	35.113	35.407	35.435	35.342	35.395
6	PESO INICIAL	35.446	34.760	34.979	35.062	34.352	35.197	35.807	35.119	34.986	35.264	35.088	35.113	35.407	35.435	35.342	35.395
	PESO FINAL	35.458	34.770	34.988	35.072	34.357	35.203	35.815	35.125	34.992	35.274	35.095	35.120	35.415	35.440	35.350	35.402

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

- *Datos del porcentaje de biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula obtenida: en el ambiente, agua y suelo, según diseño factorial 2<sup>2</sup>*

✓ *Datos del porcentaje de biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el ambiente, según diseño factorial 2<sup>2</sup>*

**Tabla 14-3:** Datos de la biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el ambiente, según diseño factorial 2<sup>2</sup> día 7,14 y 21

No.	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	ÁREA INICIAL (mm <sup>2</sup> )	DÍA 7		DÍA 14		DÍA 21	
				ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )		ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )		ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )	
				INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL	PROMEDIO
1	TBP1	R1	1600	1598.525	1598.736	1598.369	1598.098	1590.919	1590.355
		R2		1599.541		1598.405		1591.134	
		R3		1598.142		1597.520		1589.011	
2	TBP2	R1	1600	1593.377	1595.389	1592.272	1593.633	1567.026	1570.258
		R2		1596.518		1594.196		1574.699	
		R3		1596.273		1594.432		1569.048	
3	TBP3	R1	1600	1588.668	1591.417	1583.461	1586.578	1543.021	1540.915
		R2		1593.036		1587.735		1533.332	
		R3		1592.546		1588.538		1546.391	
4	TBP4	R1	1600	1593.865	1593.701	1591.102	1590.959	1564.659	1559.574
		R2		1593.369		1590.139		1553.202	
		R3		1593.870		1591.635		1560.862	

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Tabla 15-3:** Datos de la biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el ambiente, según diseño factorial 2<sup>2</sup>día 28,35 y 42

No.	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	ÁREA INICIAL (mm <sup>2</sup> )	DÍA 28		DÍA 35		DÍA 42	
				ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )		ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )		ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )	
				INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL	PROMEDIO
1	TBP1	R1	1600	1550.339	1546.793	1531.584	1528.511	1526.014	1516.496
		R2		1540.569		1518.499		1508.949	
		R3		1549.471		1535.449		1514.524	
2	TBP2	R1	1600	1482.596	1484.381	1457.915	1460.299	1446.245	1446.830
		R2		1485.082		1459.832		1444.252	
		R3		1485.466		1463.151		1449.993	
3	TBP3	R1	1600	1374.161	1365.828	1324.799	1314.329	1301.452	1287.992
		R2		1352.097		1301.592		1272.242	
		R3		1371.227		1316.597		1290.281	
4	TBP4	R1	1600	1453.863	1450.342	1408.336	1413.714	1391.060	1393.294
		R2		1438.072		1409.700		1390.356	
		R3		1459.090		1423.105		1398.465	

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.



**Tabla 16-3:** Datos de la biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el ambiente, según diseño factorial 2<sup>2</sup>día 49,56 y 63

No.	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	ÁREA INICIAL (mm <sup>2</sup> )	DÍA 49		DÍA 56		DÍA 63	
				ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )		ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )		ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )	
				INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL	PROMEDIO
1	TBP1	R1	1600	1514.123	1504.983	1510.553	1502.614	1497.013	1487.068
		R2		1495.837		1493.587		1470.747	
		R3		1504.988		1503.701		1493.443	
2	TBP2	R1	1600	1436.740	1437.484	1428.745	1430.489	1397.662	1394.907
		R2		1435.260		1429.338		1388.930	
		R3		1440.451		1433.384		1398.130	
3	TBP3	R1	1600	1282.441	1270.519	1266.451	1255.863	1238.838	1166.998
		R2		1254.257		1240.412		1122.246	
		R3		1274.860		1260.726		1139.910	
4	TBP4	R1	1600	1378.830	1381.080	1369.257	1371.421	1305.717	1305.779
		R2		1377.796		1369.642		1303.774	
		R3		1386.615		1375.365		1307.845	

Realizado por: Guamán Cargua, Alemania, 2022.

**Tabla 17-3:** Datos de la biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el ambiente, según diseño factorial 2<sup>2</sup> día 70,77 y 84

No.	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	ÁREA INICIAL (mm <sup>2</sup> )	DÍA 70		DÍA 77		DÍA 84	
				ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )		ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )		ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )	
				INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL	PROMEDIO
1	TBP1	R1	1600	1482.753	1474.925	1479.109	1468.529	1466.609	1453.926
		R2		1458.163		1446.758		1436.552	
		R3		1483.859		1479.721		1458.616	
2	TBP2	R1	1600	1372.122	1368.510	1356.346	1351.324	1344.333	1305.233
		R2		1365.383		1346.975		1238.679	
		R3		1368.025		1350.650		1332.686	
3	TBP3	R1	1600	1196.226	1112.328	1144.674	1082.625	1115.661	1047.447
		R2		1061.093		1046.277		1005.685	
		R3		1079.666		1056.924		1020.996	
4	TBP4	R1	1600	1272.103	1266.714	1250.177	1246.375	1229.264	1227.471
		R2		1264.254		1245.674		1230.043	
		R3		1263.784		1243.274		1223.105	

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Tabla 18-3:** Datos de la biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el ambiente, según diseño factorial 2<sup>2</sup> día 91,98 y 105

No.	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	ÁREA INICIAL (mm <sup>2</sup> )	DÍA 91		DÍA 98		DÍA 105	
				ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )		ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )		ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )	
				INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL	PROMEDIO
1	TBP1	R1	1600	1442.029	1425.448	1437.179	1416.764	1417.939	1398.668
		R2		1416.927		1406.854		1388.012	
		R3		1417.387		1406.258		1390.052	
2	TBP2	R1	1600	1324.153	1284.550	1307.371	1271.038	1286.665	1253.548
		R2		1218.755		1203.82		1183.955	
		R3		1310.742		1301.922		1290.024	
3	TBP3	R1	1600	1071.296	1003.797	1037.732	969.086	996.320	944.834
		R2		962.989		927.731		907.866	
		R3		977.107		941.794		930.315	
4	TBP4	R1	1600	1199.075	1202.301	1178.384	1180.458	1162.562	1163.042
		R2		1209.874		1189.892		1173.876	
		R3		1197.953		1173.098		1152.687	

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Tabla 19-3:** Datos de la biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el ambiente, según diseño factorial 2<sup>2</sup> día 112 y 119

No.	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	ÁREA INICIAL (mm <sup>2</sup> )	DÍA 112		DÍA 119	
				ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )		ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )	
				INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL	PROMEDIO
1	TBP1	R1	1600	1397.359	1377.869	1345.539	1316.585
		R2		1367.562		1318.042	
		R3		1368.6863		1286.173	
2	TBP2	R1	1600	1264.716	1237.070	1254.321	1226.558
		R2		1163.083		1153.527	
		R3		1283.411		1271.827	
3	TBP3	R1	1600	952.421	915.213	929.239	889.585
		R2		876.128		850.278	
		R3		917.089		889.239	
4	TBP4	R1	1600	1138.711	1143.450	1125.161	1136.903
		R2		1157.052		1141.654	
		R3		1134.587		1143.894	

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

✓ Datos del porcentaje de biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el agua según diseño factorial 2<sup>2</sup>

**Tabla 20-3:** Datos de la biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el agua, según diseño factorial 2<sup>2</sup> día 7,14 y 21

No.	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	ÁREA INICIAL (mm <sup>2</sup> )	DÍA 7		DÍA 14		DÍA 21	
				ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )		ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )		ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )	
				INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL	PROMEDIO
1	TBP1	R1	1600	1594.769	1592.912	1579.866	1578.433	1562.593	1542.991
		R2		1592.619		1577.594		1521.088	
		R3		1591.349		1577.838		1545.292	
2	TBP2	R1	1600	1579.595	1581.167	1559.154	1562.321	1484.329	1473.996
		R2		1578.406		1560.864		1470.854	
		R3		1585.500		1566.946		1466.805	
3	TBP3	R1	1600	1569.086	1568.481	1540.633	1541.530	1453.566	1432.030
		R2		1565.405		1540.554		1389.376	
		R3		1570.953		1543.403		1453.149	
4	TBP4	R1	1600	1587.643	1586.817	1569.801	1570.484	1556.711	1500.488
		R2		1587.452		1570.870		1472.418	
		R3		1585.356		1570.781		1472.334	

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Tabla 21-3:** Datos de la biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el agua, según diseño factorial 2<sup>2</sup> día 28,35 y 42

No.	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	ÁREA INICIAL (mm <sup>2</sup> )	DÍA 28		DÍA 35		DÍA 42	
				ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )		ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )		ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )	
				INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL	PROMEDIO
1	TBP1	R1	1600	1522.313	1505.389	1482.888	1478.388	1450.336	1446.334
		R2		1491.231		1469.651		1433.992	
		R3		1502.623		1482.624		1454.674	
2	TBP2	R1	1600	1405.075	1396.409	1337.493	1329.167	1286.859	1276.362
		R2		1394.600		1325.316		1272.076	
		R3		1389.551		1324.693		1270.152	
3	TBP3	R1	1600	1346.048	1336.180	1240.063	1235.066	1170.678	1165.753
		R2		1297.854		1197.863		1132.363	
		R3		1364.638		1267.273		1194.219	
4	TBP4	R1	1600	1470.573	1412.386	1429.367	1370.990	1388.769	1325.903
		R2		1377.784		1334.799		1289.646	
		R3		1388.802		1348.803		1299.293	

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Tabla 22-3:** Datos de la biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el agua, según diseño factorial 2<sup>2</sup> día 49,56 y 63

No.	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	ÁREA INICIAL (mm <sup>2</sup> )	DÍA 49		DÍA 56		DÍA 63	
				ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )		ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )		ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )	
				INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL	PROMEDIO
1	TBP1	R1	1600	1415.756	1393.822	1392.352	1371.741	1368.948	1344.027
		R2		1363.732		1343.474		1323.024	
		R3		1401.977		1379.397		1340.109	
2	TBP2	R1	1600	1220.581	1207.548	1158.841	1143.950	1102.786	1089.248
		R2		1201.808		1137.754		1088.244	
		R3		1200.254		1135.254		1076.714	
3	TBP3	R1	1600	1084.112	1079.591	1006.592	1004.831	941.538	941.535
		R2		1042.797		966.287		904.703	
		R3		1111.863		1041.613		978.365	
4	TBP4	R1	1600	1340.769	1277.384	1295.513	1226.240	1235.459	1169.468
		R2		1238.360		1186.395		1121.351	
		R3		1253.023		1196.813		1151.595	

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Tabla 23-3:** Datos de la biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el agua, según diseño factorial 2<sup>2</sup> día 70,77 y 84

No.	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	ÁREA INICIAL (mm <sup>2</sup> )	DÍA 70		DÍA 77		DÍA 84	
				ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )		ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )		ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )	
				INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL	PROMEDIO
1	TBP1	R1	1600	1347.985	1323.239	1312.635	1290.521	1298.379	1274.508
		R2		1303.624		1273.399		1256.873	
		R3		1318.109		1285.529		1268.271	
2	TBP2	R1	1600	1037.824	1025.523	990.843	977.111	936.791	923.556
		R2		1027.994		977.299		922.036	
		R3		1010.752		963.190		911.84	
3	TBP3	R1	1600	856.538	860.366	790.967	789.924	700.467	700.755
		R2		824.715		758.462		672.9354	
		R3		899.844		820.344		728.862	
4	TBP4	R1	1600	1194.919	1128.714	1152.865	1079.426	1104.325	1012.886
		R2		1085.811		1020.257		944.717	
		R3		1105.413		1065.157		989.617	

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.



**Tabla 24-3:** Datos de la biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el agua, según diseño factorial 2<sup>2</sup> día 91,98 y 105

No.	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	ÁREA INICIAL (mm <sup>2</sup> )	DÍA 91		DÍA 98		DÍA 105	
				ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )		ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )		ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )	
				INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL	PROMEDIO
1	TBP1	R1	1600	1243.117	1217.453	1214.833	1193.774	1189.421	1167.765
		R2		1198.875		1181.375		1155.117	
		R3		1210.367		1185.113		1158.757	
2	TBP2	R1	1600	867.941	858.347	724.421	761.276	677.171	704.193
		R2		856.796		774.346		703.451	
		R3		850.305		785.062		731.957	
3	TBP3	R1	1600	610.447	620.083	523.193	536.717	462.351	458.249
		R2		581.390		510.890		431.345	
		R3		668.412		576.067		481.052	
4	TBP4	R1	1600	1054.085	969.717	1003.802	930.507	962.482	881.692
		R2		896.257		884.163		828.917	
		R3		958.809		903.555		853.677	

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Tabla 25-3:** Datos de la biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el agua, según diseño factorial 2<sup>2</sup> día 112 y 119

No.	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	ÁREA INICIAL (mm <sup>2</sup> )	DÍA 112		DÍA 119	
				ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )		ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )	
				INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL	PROMEDIO
1	TBP1	R1	1600	1153.911	1136.654	1128.657	1111.777
		R2		1130.813		1106.064	
		R3		1125.238		1100.611	
2	TBP2	R1	1600	633.591	647.356	581.051	594.196
		R2		628.876		579.051	
		R3		679.602		622.486	
3	TBP3	R1	1600	404.351	404.017	344.338	341.483
		R2		384.895		318.844	
		R3		422.8064		361.266	
4	TBP4	R1	1600	911.942	818.803	846.116	770.238
		R2		770.337		705.689	
		R3		774.129		758.9090	

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

✓ Datos del porcentaje de biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el suelo, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

**Tabla 26-3:** Datos de la biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el suelo, según diseño factorial 2<sup>2</sup> día 7 y 15

No.	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	ÁREA INICIAL (mm <sup>2</sup> )	DÍA 7		DÍA 15	
				ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )		ÁREA FINAL (mm <sup>2</sup> )	
				INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL	PROMEDIO
1	TBP1	R1	1600	898.083	885.858	0.000	0.000
		R2		947.478		0.000	
		R3		812.012		0.000	
2	TBP2	R1	1600	1110.254	963.679	0.000	0.000
		R2		438.296		0.000	
		R3		1342.487		0.000	
3	TBP3	R1	1600	827.259	759.304	0.000	0.000
		R2		728.642		0.000	
		R3		722.011		0.000	
4	TBP4	R1	1600	939.482	803.987	0.000	0.000
		R2		1093.596		0.000	
		R3		378.884		0.000	

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

### 3.1.2. Cálculos

#### 3.1.2.1. Cálculo del rendimiento del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (*Solanum tuberosum*)

Para establecer el rendimiento de almidón de las dos variedades de cáscara de papa, se realiza por quintuplicado y se obtiene el promedio de las mismas, según diseño factorial 2<sup>2</sup>. A continuación, se presenta el cálculo del Tratamiento de Almidón 1 (TA1) con un valor de niveles [-1; -1].

$$\% \text{ Rendimiento individual R1 almidón} = \frac{\text{Peso del almidón seco}}{\text{Peso de cáscara}} * 100$$

$$\% \text{ Rendimiento individual R1 almidón} = \frac{42.160}{2000} * 100$$

$$\% \text{ Rendimiento individual R1 almidón} = 2.108\%$$

$$\% \text{ Rendimiento promedio almidón (TA1)}$$

$$= \frac{\% \text{Rendimiento R1} + \dots + \% \text{Rendimiento R5}}{5}$$

$$\% \text{ Rendimiento promedio almidón (TA1)}$$

$$= \frac{2.108 + 2.377 + 2.073 + 2.222 + 2.071}{5}$$

$$\% \text{ Rendimiento promedio almidón (TA1)} = 2.170\%$$

#### 3.1.2.2. Cálculos del análisis Físico Químico de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (*Solanum tuberosum*)

Para los cálculos de la caracterización de las dos variedades de cáscara de papa, se utiliza las ecuaciones de la Tabla 8-2. Además, que por cada análisis se realiza por triplicado y se obtiene el promedio de los mismos.

#### 3.1.2.3. Cálculos del análisis Físico Químico del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa -99 (*Solanum tuberosum*)

Para los análisis Físico Químico del almidón de las dos variedades de cáscara de papa, se realiza por triplicado y se obtiene el promedio de los mismos.

3.1.2.4. *Cálculo del porcentaje de Humedad y Materia seca del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (Solanum tuberosum)*

A continuación, se presenta el cálculo del porcentaje de Humedad y Materia seca del almidón de cáscara de papa Superchola, de acuerdo a la Ecuación 1-2 y Ecuación 2-2.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(P_1 - P_2)}{(P_1)} \times 100$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(1.500 - 1.278)\text{g}}{(1.500)\text{g}} \times 100$$

$$\% \text{ Humedad} = 14.800\%$$

$$\% \text{ Humedad media} = \frac{\% \text{Humedad R1} + \% \text{Humedad R2} + \% \text{Humedad R3}}{3}$$

$$\% \text{ Humedad media} = \frac{(14.800 + 14.761 + 14.780)}{3}$$

$$\% \text{ Humedad media} = 14.780\%$$

$$\% \text{ Materia Seca} = 100 - (\% \text{ Humedad})$$

$$\% \text{ Materia Seca} = 100 - (14.800)$$

$$\% \text{ Materia Seca} = 85.200\%$$

$$\% \text{ Materia Seca} = \frac{\% \text{ Materia Seca R1} + \% \text{ Materia Seca R2} + \% \text{ Materia Seca R3}}{3}$$

$$\% \text{ Materia Seca media} = \frac{(85.200 + 85.239 + 85.220)}{3}$$

$$\% \text{ Materia Seca media} = 85.220\%$$

3.1.2.5. *Cálculo del porcentaje de ceniza y pureza del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (Solanum tuberosum)*

A continuación, se encuentra el cálculo del porcentaje de cenizas y pureza del almidón de cáscara de papa Superchola, a partir de la Ecuación 3-2 y Ecuación 4-2.

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{P_3}{P_2} \times 100$$

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{0.006 \text{ g}}{1.278 \text{ g}} \times 100$$

$$\% \text{ Cenizas} = 0.469\%$$

$$\% \text{ Cenizas media} = \frac{\% \text{ Cenizas R1} + \% \text{ Cenizas R2} + \% \text{ Cenizas R3}}{3}$$

$$\% \text{ Cenizas media} = \frac{0.469+0.312+0.469}{3}$$

$$\% \text{ Cenizas media} = 0.417\%$$

$$\% \text{ Pureza} = 100 - (\text{fibra cruda} + \text{proteína cruda} + \text{ceniza})$$

$$\% \text{ Pureza} = 100 - (0.07 + 0.261 + 0.417)$$

$$\% \text{ Pureza} = 99.252\%$$

3.1.2.6. Cálculo del porcentaje del Índice de Absorción de Agua (IAA), Índice de Solubilidad de Agua (ISA) y Poder de Hinchamiento (PH), del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (*Solanum tuberosum*)

A continuación, se presenta el cálculo del (IAA), (ISA) y (PH) del almidón de cáscara de papa Superchola, en conformidad a la Ecuación 5-2, Ecuación 6-2 y Ecuación 7-2.

- (IAA)

$$(\text{IAA}) = \frac{\text{Pdg (g)}}{\text{Pm (g)bs}}$$

$$(\text{IAA}) = \frac{3.65.6}{1.252}$$

$$(\text{IAA}) = 2.920 \frac{g \text{ gel}}{g \text{ muestra}}$$

$$(\text{IAA}) \text{ media} = \frac{(\text{IAA})\text{R1} + (\text{IAA})\text{R2} + (\text{IAA})\text{R3}}{3}$$

$$(\text{IAA}) \text{ media} = \frac{(2.920 + 3.925 + 3.917)}{3}$$

$$(\text{IAA}) \text{ media} = 3.587 \frac{g \text{ gel}}{g \text{ muestra}}$$

- (ISA)

$$(\text{ISA}) = \frac{\text{Ps}}{\text{Pm (g) bs}}$$

$$(\text{ISA}) = \frac{0.810}{1.252}$$

$$(\text{ISA}) = 0.647 \frac{g \text{ soluble}}{g \text{ muestra}}$$

$$\text{(ISA) media} = \frac{\text{(ISA) R1} + \text{(ISA) R2} + \text{(ISA) R3}}{3}$$

$$\text{(ISA) media} = \frac{0.647 + 0.829 + 0.415}{3}$$

$$\text{(ISA) media} = 0.631 \frac{\text{g soluble}}{\text{g muestra}}$$

- (PH)

$$\text{(PH)} = \frac{\text{Pdg (g)}}{\text{Pm (g) bs} - \text{Ps (g)}}$$

$$\text{(PH)} = \frac{3.656}{1.252 - 0.003}$$

$$\text{(PH)} = 2.917\%$$

$$\text{(PH) media} = \frac{\text{(PH)R1} + \text{(PH) R2} + \text{(PH) R3}}{3}$$

$$\text{(PH) media} = \frac{2.917 + 3.921 + 3.915}{3}$$

$$\text{(PH)media} = 3.584\%$$

### 3.1.2.7. Cálculo de la densidad aparente del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (*Solanum tuberosum*)

A continuación, se presenta el cálculo de la densidad aparente del almidón de cáscara de papa Superchola, a partir de la Ecuación 8-2 y Ecuación 9-2.

- Densidad aparente del almidón de cáscara de papa Superchola suelto ( $\frac{\text{g}}{\text{mL}}$ )

$$\rho \text{ Aparente almidón suelto} = \frac{[(\text{Pbv} + \text{As})] - \text{Pbv}}{100 \text{ mL}}$$

$$\rho \text{ Aparente almidón suelto} = \frac{(375.310 - 304.450)\text{g}}{100 \text{ mL}}$$

$$\rho \text{ Aparente almidón suelto} = 0.709 \left(\frac{\text{g}}{\text{mL}}\right)$$

$$\rho \text{ Aparente almidón suelto media} = \frac{\rho \text{ Aparente suelta R1} + \rho \text{ Aparente suelta R3}}{3}$$

$$\rho \text{ Aparente almidón suelto media} = \frac{0.709 + 0.708 + 0.702}{3}$$

$$\rho \text{ Aparente almidón suelto media} = 0.706 \left(\frac{g}{mL}\right)$$

- Densidad aparente del almidón de cáscara de papa Superchola empacado  $\left(\frac{g}{mL}\right)$

$$\rho \text{ Aparente almidón empacado} = \frac{[(Pbv + Ae)] - Pbv}{Vme}$$

$$\rho \text{ Aparente empacada} = \frac{(375.260 - 304.450)g}{82 mL}$$

$$\rho \text{ Aparente empacada} = 0.864 \left(\frac{g}{mL}\right)$$

$$\rho \text{ Aparente empacada media} = \frac{\rho \text{ Aparente empacada R1} + \rho \text{ Aparente empacada R3}}{3}$$

$$\rho \text{ Aparente empacada media} = \frac{0.864 + 0.863 + 0.877}{3}$$

$$\rho \text{ Aparente empacada media} = 0.868 \left(\frac{g}{mL}\right)$$

3.1.2.8. Cálculos de la caracterización de la biopelícula obtenida a partir del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (*Solanum tuberosum*) y aditivos

Para llevar a cabo la caracterización de la biopelícula obtenida según diseño factorial 2<sup>2</sup>, se realiza cada análisis por triplicado y el promedio de los mismos.

- Cálculo del porcentaje de Humedad de la biopelícula

A continuación, se encuentra el cálculo del porcentaje de Humedad del Tratamiento de Biopelícula 1 (TBP1) valor de los niveles [-1; -1], de acuerdo a la Ecuación 10-2.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(P_1 - P_2)}{P_1} \times 100$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(0.168 - 0.088) g}{0.168 g} \times 100$$

$$\% \text{ Humedad} = 47.619\%$$

$$\% \text{ Humedad media} = \frac{\% \text{ Humedad R1} + \% \text{ Humedad R2} + \% \text{ Humedad R3}}{3}$$



$$\% \text{ Humedad media} = \frac{47.619 + 47.222 + 45.763}{3}$$

$$\% \text{ Humedad media} = 46.868\%$$

- *Cálculo del porcentaje de Solubilidad en Agua de la biopelícula*

A continuación, se encuentra el cálculo del porcentaje de Solubilidad del Tratamiento de Biopelícula 1 (TBP1) valor de los niveles [-1; -1], a partir de la Ecuación 11-2.

$$\% \text{ Solubilidad} = \left[ \frac{(P_2 - P_3)}{P_2} \right] * 100$$

$$\% \text{ Solubilidad} = \left[ \frac{(0.088 - 0.046)}{0.088} \right] * 100$$

$$\% \text{ Solubilidad} = 47.727\%$$

**% Solubilidad media**

$$= \frac{\% \text{Solubilidad R1} + \% \text{Solubilidad R2} + \% \text{Solubilidad R3}}{3}$$

$$\% \text{ Solubilidad media} = \frac{47.727 + 55.263 + 68.750}{3}$$

$$\% \text{ Solubilidad media} = 57.247\%$$

- *Cálculo de la Permeabilidad al Vapor de agua de la biopelícula*

A continuación, se encuentra el cálculo de la permeabilidad al Vapor de agua del Tratamiento de Biopelícula 1 (TBP1) valor de los niveles [-1,-1], a partir de la Ecuación 12-2 y Ecuación 13-2.

$$WVTR = \frac{\left(\frac{Q}{t}\right)}{A}$$

$$WVTR = \frac{\left(\frac{(35.072 - 35.038)g}{6 h}\right)}{1.863 m^2}$$

$$WVTR = 0.003042 \text{ g/h} * m^{-2}$$

$$WVP = \frac{WVTR * e}{\Delta p}$$

$$WVP = \frac{0.003042 \frac{g}{h} * m^{-2} * 0.0001060 m^2}{(0.0023392 Mpa * (75 - 0))}$$

$$WVP = 1.83796E - 06 g * h^{-1} * m^{-1} * Mpa^{-1}$$

- *Cálculo del porcentaje de biodegradabilidad de la biopelícula*

Para el cálculo del porcentaje de biodegradabilidad en el ambiente, agua y suelo, por pérdida de área según diseño factorial 2<sup>2</sup>, se usa el programa de ImageJ y aplica la Ecuación 14-2.

A continuación, se encuentra el cálculo del porcentaje de biodegradabilidad en el ambiente, por pérdida de área del Tratamiento de Biopelícula 1 (TBP1) valor de niveles [-1,-1], para el día 21 a partir de la Ecuación 14-2.

$$\%PA = \frac{(A_1 - A_2)}{A_1} * 100$$

$$\%PA = \frac{(1600 - 1541.157)mm}{1600mm} * 100$$

$$\%PA = 3.678$$

### 3.1.3. Resultados

#### 3.1.3.1. Análisis físico de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (*Solanum tuberosum*)



**Figura 1-3.** Análisis físico de la papa Superchola y Fripapa-99

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

En el presente proyecto al ser la materia prima principal un residuo, se parte del análisis de las características físicas del producto, en este caso: la papa Superchola y Fripapa -99 (*Solanum tuberosum*), para lo cual se aplica un muestreo aleatorio de las papas usadas en el asadero del Cantón Chambo provincia de Chimborazo por tratamiento; donde el peso, longitud y diámetro promedio de la papa Superchola es de 122.87 g, 7.29 cm y 5.73 cm, mientras que para la papa Fripapa-99 es de 172,71 g , 8.20 cm y 6.38 cm. Ahora bien, el peso promedio de la cáscara obtenida al pelar la papa Superchola es de 42.50 g lo que representa el 34.59% de cáscara, por el contrario, al pelar la papa Fripapa-99 se obtiene un peso de 74.19 g que representa al 42.96 % de residuo. Prada (2012, p.188) menciona en su investigación que el pelado de papa produce una disminución de aproximadamente del 30% dependiendo del tipo y espesor del pelado, lo que se advierte que en el presente proyecto el porcentaje de residuo tanto para la papa Superchola como Fripapa-99 se encuentran en un rango cercano al de Prada. Según Bolaños (2015, p.24) destaca que los tubérculos de papa se clasifican en gruesa, grande, mediana y pequeña, por lo que en esta investigación el tamaño promedio usado de papa Superchola y Fripapa-99 es gruesa, encontrándose en el rango establecido (> 80 g en peso y 7 a 8 cm de Longitud). Además en la Tabla 27-3 se advierte que a mayor peso de papa, mayor porcentaje de cáscara.

**Tabla 27-3:** Análisis físico de la cáscara de papa Superchola y Fripapa -99

No.	SUPERCHOLA					FRIPAPA-99				
	PAPA			CÁSCARA		PAPA			CÁSCARA	
	PESO (g)	LONGITUD (cm)	DIÁMETRO (cm)	PESO (g)	PORCENTAJE (%)	PESO (g)	LONGITUD (cm)	DIÁMETRO (cm)	PESO (g)	PORCENTAJE (%)
1	301.57	11.50	7.50	112.00	37.18	381.02	12.50	8.50	139.3	36.56
2	232.25	11.00	7.60	81.97	35.29	159.28	10.50	5.50	69.02	43.33
3	248.97	11.70	6.50	79.41	31.90	195.47	9.50	6.20	85.37	43.67
4	203.60	10.50	6.20	74.89	36.78	193.21	11.00	5.70	91.47	47.34
5	231.32	9.50	7.40	91.6	39.60	335.66	12.00	7.00	138.07	41.13
6	83.56	7.00	5.00	33.76	40.40	205.80	8.50	7.10	86.00	41.79
7	101.45	7.30	5.60	44.58	43.94	171.78	8.50	6.30	74.57	43.41
8	112.16	7.00	6.10	45.93	40.95	178.62	8.00	6.90	75.71	42.39
9	106.29	6.50	5.70	44.74	42.09	185.83	8.00	8.00	81.96	44.10

<b>10</b>	157.84	8.00	6.50	45.36	28.74	197.10	8.00	6.90	76.53	38.83
<b>11</b>	140.31	8.00	6.30	44.99	32.06	182.43	8.00	6.10	76.65	42.02
<b>12</b>	122.75	7.50	6.50	38.08	31.02	192.02	8.50	6.60	76.79	39.99
<b>13</b>	145.68	8,50	6.10	37.58	25.80	190.15	8.50	6.50	84.92	44.66
<b>14</b>	157.1	8.42	7.34	43.39	27.62	127.45	8.00	5.60	52.78	41.41
<b>15</b>	131.34	6.50	6.20	36.94	28.13	158.07	8.00	6.40	67.80	42.89
<b>16</b>	49.30	5.50	4.20	19.66	39.88	153.51	8.00	6.30	71.34	46.47
<b>17</b>	64.08	6.00	4.70	16.27	25.39	119.60	6.50	6.10	54.12	45.25
<b>18</b>	71.6	5.50	5.10	16.07	22.44	109.80	6.00	5.50	48.47	44.14
<b>19</b>	71.47	5.50	5.00	15.96	22.33	148.75	7.00	6.30	68.35	45.95
<b>20</b>	59.71	5.50	4.70	23.83	39.91	88.22	6.50	5.10	38.66	43.82
<b>21</b>	56.06	5.50	4.70	29.05	51.82	123.49	7.00	5.80	58.57	47.43
<b>22</b>	60.45	6.00	4.30	18.18	30.07	154.06	7.00	6.40	65.80	42.71
<b>23</b>	54.92	5.00	4.80	32.61	59.38	135.12	8.00	6.40	62.33	46.13
<b>24</b>	64.07	5.00	4.90	20.07	31.33	95.83	5.50	5.80	45.59	47.57
<b>25</b>	43.81	5.00	4.20	15.47	35.31	135.60	6.00	6.40	64.66	47.68
<b>P</b>	122.87	7.29	5.73	42.50	34.59	172.71	8.20	6.38	74.19	42.96

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

3.1.3.2. *Análisis sensorial de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (Solanum tuberosum)*

**Tabla 28-3:** Análisis organoléptico de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99

No.	CARACTERÍSTICA		CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99
1	<b>Olor</b>		Moderadamente placentero	Moderadamente placentero
2	<b>Sabor</b>		Dulce- agradable	Agradable
3	<b>Color</b>	<b>Piel -Cáscara</b>	Predominante: rosado	Rosado intenso Ligeramente rojo
			Secundario: Blanco crema distribuido alrededor de los ojos	Sin color secundario
		<b>Zona medular</b>	Amarillo intenso	Amarillo pálido
4	<b>Textura interna</b>	<b>Zona medular</b>	Rugosa, flexible, húmeda y moderadamente arenosa	Rugosa, flexible, fibrosa, húmeda y poco arenosa
5	<b>Textura externa</b>	<b>Piel -Cáscara</b>	Ligeramente áspera y suave	Ligeramente áspera

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

Se evidencia que efectivamente la cáscara usada en el presente proyecto de investigación es de variedad Superchola y Fripapa-99, pues sus características organolépticas concuerdan con lo manifestado por Mastrocola (2016, pp.1-2). Además, que su calidad es buena, conforme a lo que señala Cuesta (2015, p.10). Aun así la diferencia de la calidad del olor, sabor, color, textura interna y externa, entre variedad de papa se ve influenciada por factores ambientales y manejo agronómico donde abarca la clase de suelo, fertilización orgánica y química usada, precipitación, temperatura en la cual se desarrolló la planta, época y primordialmente la madurez del tubérculo Prada (2012, p.185). Por ejemplo, el residuo de Fripapa-99 en este estudio es de color ligeramente rojo, la razón es porque el tubérculo de papa aparentemente fue cultivado en zonas bajas Mastrocola (2016, p.2). Es preciso mencionar que la calidad del residuo de Fripapa-99 es similar en algunas características al de Superchola, no obstante, son diferentes por su taxonomía y lo antes expuesto.

3.1.3.3. *Resultados del rendimiento del almidón de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (Solanum tuberosum), según diseño factorial 2<sup>2</sup>*

**Tabla 29-3:** Definición de la nomenclatura utilizada

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
TA1	Tratamiento de Almidón 1
TA2	Tratamiento de Almidón 2
TA3	Tratamiento de Almidón 3
TA4	Tratamiento de Almidón 4
<b>VALOR DE LOS NIVELES</b>	
-1	Nivel bajo
1	Nivel alto
<b>ALMIDÓN</b>	
ACPS	Almidón de Cáscara de Papa Superchola
ACPF-99	Almidón de Cáscara de Papa Fripapa-99

**Realizado por:** Guamán Cargua, Alemania, 2022.

**Tabla 30-3:** Resultados del rendimiento del almidón de cáscara de papa Superchola, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

RENDIMIENTO DEL ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA														
No.	TRATAMIENTO	VALOR DE LOS NIVELES	FACTORES O VARIABLES		REPETICIÓN	VOLUMEN AGUA (L)	PESO (g)			RENDIMIENTO (%)		TIEMPO SECADO (h)	TEMPERATURA AMBIENTE PROMEDIO (°C)	
			RPM	TIEMPO DE TRITURADO (s)			CÁSCARA DE PAPA	ALMIDÓN		REPETICIÓN	PROMEDIO			
								TOTAL	PROMEDIO					REPETICIÓN
1	TA1	[-1 ; -1]	1	120	R1	9	2000	42.160	217.010	43.402	2.108	2.170	240	21-22
					R2	9	2000	47.540			2.377			
					R3	9	2000	41.450			2.073			
					R4	9	2000	44.440			2.222			
					R5	9	2000	41.420			2.071			
2	TA2	[1 ; -1]	3	120	R1	9	2000	50.300	201.340	40.268	2.515	2.013		
					R2	9	2000	46.620			2.331			
					R3	9	2000	32.790			1.640			
					R4	9	2000	36.170			1.809			
					R5	9	2000	35.460			1.773			
3	TA3	[-1 ; 1]	1	160	R1	9	2000	50.070	238.620	47.724	2.504	2.386		
					R2	9	2000	42.680			2.134			
					R3	9	2000	43.230			2.162			
					R4	9	2000	53.900			2.695			
					R5	9	2000	48.740			2.437			
4	TA4	[1 ; 1]	3	160	R1	9	2000	26.930	124.135	24.827	1.347	1.241		
					R2	9	2000	26.675			1.334			
					R3	9	2000	19.250			0.963			
					R4	9	2000	27.425			1.371			
					R5	9	2000	23.855			1.193			

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.



**Tabla 31-3:** Resultado del rendimiento del almidón de cáscara de papa Fripapa-99, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

RENDIMIENTO DEL ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99														
N <sup>o</sup> .	TRATAMIENTO	VALOR DE LOS NIVELES	FACTORES O VARIABLES		REPETICIÓN	VOLUMEN AGUA (L)	PESO (g)			RENDIMIENTO (%)		TIEMPO SECADO (h)	TEMPERATURA AMBIENTE PROMEDIO (°C)	
			RPM	TIEMPO DE TRITURADO (s)			CÁSCARA DE PAPA	ALMIDÓN		REPETICIÓN	PROMEDIO			
								TOTAL	PROMEDIO					REPETICIÓN
1	TA1	[-1 ; -1]	1	120	R1	9	2000	51.520	121.810	24.362	2.576	1.218	240	
					R2	9	2000	30.550			1.528			
					R3	9	2000	22.480			1.124			
					R4	9	2000	9.940			0.497			
					R5	9	2000	7.320			0.366			
2	TA2	[1 ; -1]	3	120	R1	9	2000	85.150	358.030	71.606	4.258	3.580	240	
					R2	9	2000	69.790			3.490			
					R3	9	2000	66.080			3.304			
					R4	9	2000	55.350			2.768			
					R5	9	2000	81.660			4.083			
3	TA3	[-1 ; 1]	1	160	R1	9	2000	14.090	82.530	16.506	0.705	0.825	240	
					R2	9	2000	14.690			0.735			
					R3	9	2000	14.360			0.718			
					R4	9	2000	25.180			1.259			
					R5	9	2000	14.210			0.711			
4	TA4	[1 ; 1]	3	160	R1	9	2000	46.320	158.77	31.754	2.316	1.588	240	21-22
					R2	9	2000	33.700			1.685			
					R3	9	2000	26.710			1.336			
					R4	9	2000	19.060			0.953			
					R5	9	2000	32.980			1.649			

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

En la Tabla 30-3 y 31-3 se advierte el porcentaje de rendimiento del almidón tanto de la cáscara de papa Superchola como Fripapa-99, donde se aplica el diseño factorial  $2^2$ , cuyos factores son: RPM y Tiempo de Triturado, con un nivel: bajo (-1) y alto (1) cada uno; dando como resultado 4 tratamientos con 5 repeticiones, con un total de 20 réplicas. Cabe mencionar que por cada réplica se usa 2000 g de cáscara de papa y 9 L de agua. Es así que para obtener el peso del almidón por tratamiento, este se seca a temperatura ambiente promedio de (21 a 22) °C durante 10 días o 240 h aproximadamente y se calcula el porcentaje de rendimiento promedio por tratamiento; siendo para el tratamiento (TA1, TA2, TA3 y TA4) del almidón de cáscara de papa Superchola el 2.170%, 2.013%, 2.386% y 1.241%; a diferencia del almidón de cáscara de papa Fripapa-99 por tratamiento que fue el 1.218%, 3.580%, 0.825% y 1.588%. Por otra parte, según Chulde (2020, p.43) en su investigación menciona que el rendimiento global del almidón extraído mediante método húmedo y con un tamaño de muestra similar al presente estudio, adquirió un rango del rendimiento de almidón del ( 1% al 2% ) por variedad de residuos de papa Superchola y Carpio, comparado con los resultados de la Tabla 32-3 de esta investigación, dichos valores se encuentran dentro del rango, donde el rendimiento global para el almidón de cáscara de papa Superchola es mayor respecto al de la Fripapa-99 con una ligera variación. Esto debido a que el producto principal que es la papa Superchola contiene mayor porcentaje de almidón que la Fripapa-99 como muestra la Tabla 12-1. Cabe destacar que para tener mayor rendimiento de almidón se usa mayor cantidad de residuo; esto es evidente al comparar con la investigación de Guamán (2019, p.38) donde utiliza mayor muestra de cáscara (7000g) obteniendo un rendimiento de 8.31% mayor al presente estudio. Aun así, se debe considerar que el tiempo de sedimentación es uno de los factores primordiales que afecta al rendimiento del almidón; así como al decantar el sobrenadante o filtrar la mezcla, existe la posibilidad de desperdicio de cierta cantidad de almidón (Villalobos, 2014, p.270).

**Tabla 32-3:** Rendimiento global del almidón de cáscara papa Superchola y Fripapa-99

No.	MUESTRA	PORCENTAJE DEL RENDIMIENTO GLOBAL DEL ALMIDÓN ( % )
1	CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	1.953
2	CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99	1.803

Realizado por: Guamán Cargua, Alemania, 2022.

- *Resultados del Análisis de Varianza (ANOVA)*

Se realiza el análisis de Varianza del porcentaje de rendimiento del almidón tanto para la cáscara de papa Superchola como la Fripapa-99 con el objetivo de aceptar o rechazar las hipótesis de

interés. Además de determinar si los factores tienen efecto sobre la variable de respuesta. Es así que en el análisis de Varianza se obtiene el valor-P = significancia observada y se compara con la significancia predefinida de  $\alpha=0.05$  o (Error tipo I 5%; el mismo que indica la probabilidad de rechazar la hipótesis nula siendo que es verdadera). En sí se trabaja con un nivel de confianza del 95% y un error del 5%.

Es preciso señalar que si la significancia observada es menor a la significancia predefinida; se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

**Tabla 33-3:** Tabla de hipótesis de los factores que tienen efecto en la variable de respuesta tanto para la cáscara de papa Superchola como la Fripapa-99

No.	HIPÓTESIS
1	Ho: Las RPM no tienen efecto significativo en el porcentaje de rendimiento de almidón. HA: Las RPM tienen efecto significativo en el porcentaje de rendimiento del almidón .
2	Ho: El tiempo de triturado no tiene efecto significativo en el porcentaje de rendimiento del almidón. HA: El tiempo de triturado tiene efecto significativo en el porcentaje de rendimiento del almidón.

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Tabla 34-3:** Análisis de Varianza para el porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Superchola

No.	FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GL	CUADRADO MEDIO	Razón-F	Valor-P
1	A:RPM	2.36534	1	2.36534	43.33	0.0000
2	B:TIEMPO DE TRITURADO	0.496125	1	0.496125	9.09	0.0108
3	AB	1.41087	1	1.41087	25.85	0.0003
4	bloques	0.38869	4	0.0971726	1.78	0.1976
5	Error total	0.654996	12	0.054583		
6	Total (corr.)	5.31602	19			

**Fuente:** Statgraphics Centurion XVII.

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

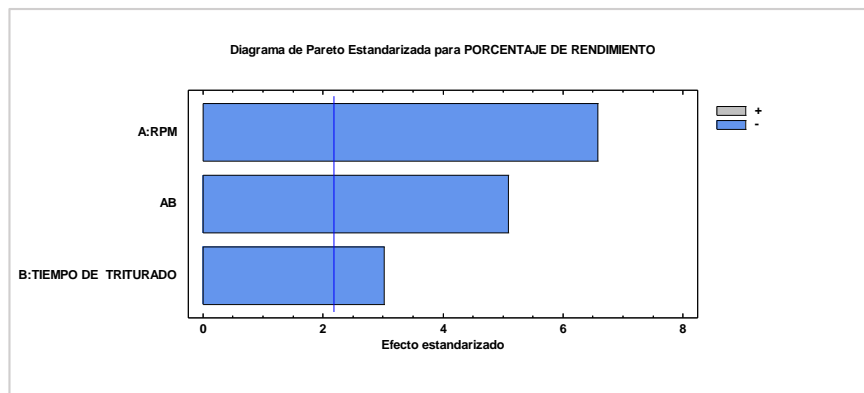
**Tabla 35-3:** Análisis de Varianza para el porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Fripapa-99

No.	FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GL	CUADRADO MEDIO	Razón-F	Valor-P
1	A:RPM	12.2039	1	12.2039	45.61	0.0000
2	B:TIEMPO DE TRITURADO	7.11267	1	7.11267	26.58	0.0002
3	AB	3.2008	1	3.2008	11.96	0.0047
4	bloques	2.68551	4	0.671379	2.51	0.0973
5	Error total	3.21078	12	0.267565		
6	Total (corr.)	28.4137	19			

**Fuente:** Statgraphics Centurion XVII.

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

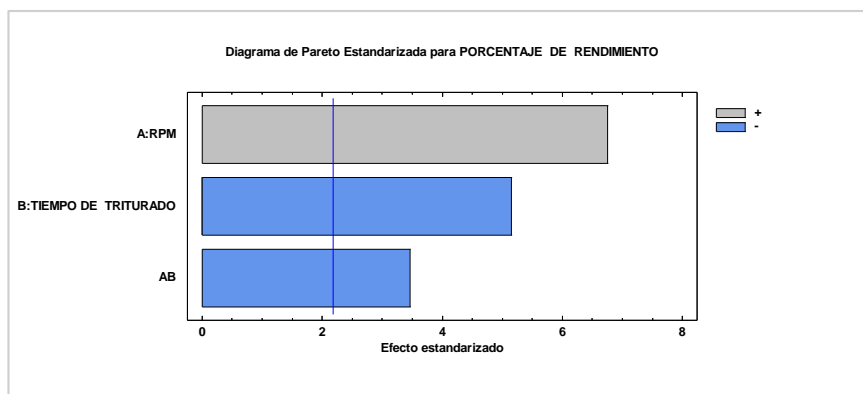
La Tabla 34-3 y 35-3 señalan el análisis de Varianza para el porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99, donde se aprecia que el valor de la significancia observada para el factor de RPM, Tiempo de Triturado y la interacción AB, son menores al valor de la significancia predefinida; por lo tanto, se rechazan las hipótesis nulas y se aceptan las hipótesis alternativas según la Tabla 33-3. Es decir que las RPM, Tiempo de Triturado y la interacción de AB tienen efecto significativo en el porcentaje de rendimiento del almidón; en este sentido cuando se varía las RPM y Tiempo de Triturado: varía el porcentaje de rendimiento del almidón; y la importancia del efecto de la interacción de AB radica en que los dos factores contribuyen significativamente cuando están trabajando juntos. Es así que en el caso del porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Superchola al disminuir las RPM y aumentar el Tiempo de Triturado, el porcentaje de rendimiento del almidón incrementa mucho; no obstante, para el porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Fripapa-99 cuando las RPM aumentan y el Tiempo de Triturado disminuye, el porcentaje de rendimiento del almidón incrementa.



**Gráfico 1-3.** Diagrama de Pareto Estandarizado para el porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Superchola

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

En el Gráfico 1-3 se evidencia que las RPM, Tiempo de Triturado y la Interacción de AB tienen efecto significativo en el porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Superchola puesto que las barras sobrepasan la línea vertical azul. Sin embargo, el que presenta mayor efecto son las RPM, seguido la interacción de AB y el Tiempo de Triturado.



**Gráfico 2-3.** Diagrama de Pareto Estandarizado para el porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Frippapa-99

**Realizado por:** Guamán Cargua, Alemania, 2022.

El Gráfico 2-3 muestra que las RPM, Tiempo de Triturado y la Interacción de AB tienen efecto significativo en el porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Frippapa-99, pues las barras sobrepasan la línea vertical azul. No obstante, el que presenta mayor efecto son: las RPM, seguido el Tiempo de Triturado y la interacción de AB.

- *Resultados de la respuesta óptima*

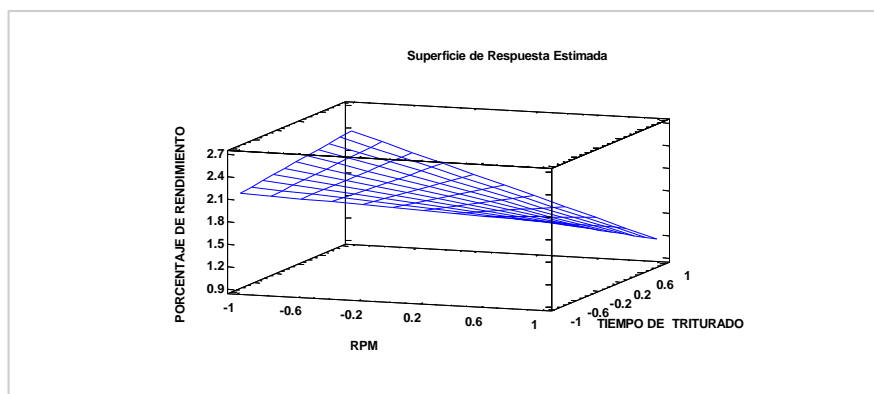
**Tabla 36-3:** Resultados de la respuesta óptima para el porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Superchola

No.	FACTOR	BAJO	ALTO	ÓPTIMO
1	RPM	-1.0	1.0	-1.0
2	TIEMPO DE TRITURADO	-1.0	1.0	1.0

**Fuente:** Statgraphics Centurion XVI.I.

**Realizado por:** Guamán Cargua, Alemania, 2022.

La Tabla 36-3 señala que la respuesta óptima para tener el máximo porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Superchola, es el Tratamiento de Almidón 3 (TA3) correspondiente a la combinación de los factores con valor de sus niveles [-1;1], que representan al nivel bajo de las RPM y un nivel alto en el Tiempo de Triturado como muestra la Tabla 30-3, donde su rendimiento es de 2.386%.



**Gráfico 3-3.** Superficie de respuesta estimada para el porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Superchola

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

En el Gráfico 3-3 se observa el comportamiento que tiene el porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Superchola en función de sus factores y niveles. Entonces se aprecia que a medida que disminuyen las RPM y aumenta el Tiempo de Triturado, incrementa el porcentaje de rendimiento del almidón o variable de respuesta. Claramente se observa la respuesta óptima [-1;1].

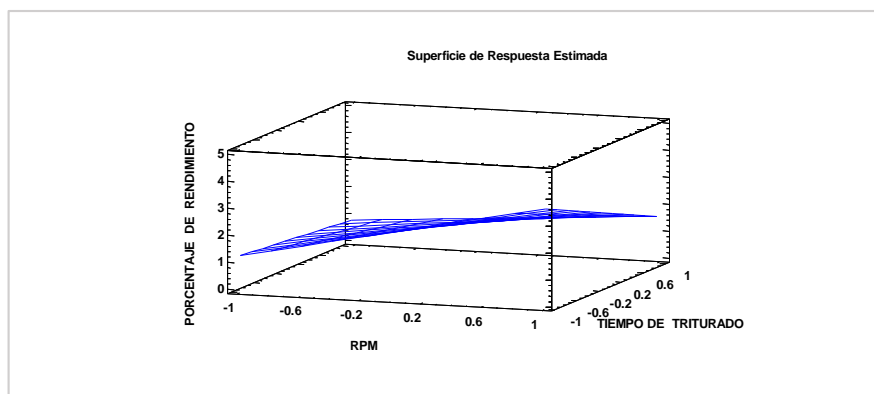
**Tabla 37-3:** Resultados de la respuesta óptima para el porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Fripapa-99

No.	FACTOR	BAJO	ALTO	ÓPTIMO
1	RPM	-1.0	1.0	1.0
2	TIEMPO DE TRITURADO	-1.0	1.0	-1.0

**Fuente:** Statgraphics Centurion XVII.

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

La Tabla 37-3 muestra que la respuesta óptima para tener el máximo valor del porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Fripapa-99 es el Tratamiento de Almidón 2 (TA2) correspondiente a la combinación de los factores con valor de sus niveles [1; -1], que representan al nivel alto de RPM y un nivel bajo en el Tiempo de Triturado, como señala la Tabla 31-3 cuyo porcentaje de rendimiento es 3.580%.



**Gráfico 4-3.** Superficie de respuesta estimada del porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Frippapa-99

**Realizado por:** Guamán Cargua, Alemania, 2022.

El Gráfico 4-3 representa el comportamiento que tiene el porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Frippapa-99 en función de sus factores y niveles. Entonces se observa que a medida que se aumentan las RPM y se disminuye el Tiempo de Triturado, se incrementa el porcentaje de rendimiento del almidón o variable de respuesta. Claramente se advierte la respuesta óptima [1,-1].

- *Pruebas de Múltiple Rangos para el peso del almidón por tratamientos*

**Tabla 38-3:** Hipótesis para el Test de Tukey

No.	HIPÓTESIS
1	Ho: La media del porcentaje de rendimiento del almidón en todos los tratamientos es igual, con un nivel de confianza del 95%.
2	HA: En al menos un grupo la media del porcentaje de rendimiento del almidón es diferente, con un nivel de confianza del 95%.

**Realizado por:** Guamán Cargua, Alemania, 2022.

**Tabla 39-3:** Test de Tukey para el porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Superchola por tratamiento

No.	TRATAMIENTOS	CASOS	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
1	TA4	5	1.1674	X
2	TA2	5	2.0136	X
3	TA1	5	2.1702	X
4	TA3	5	2.3864	X

**Fuente:** Statgraphics Centurion XVII.

**Realizado por:** Guamán Cargua, Alemania, 2022.

Al existir en el análisis de Varianza para el porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Superchola diferencia estadísticamente significativa, se acude al Test de Tukey, para definir cuáles de los tratamientos son diferentes.

**Tabla 40-3:** Comparación entre medias del porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Superchola por tratamiento, 95% de Tukey HSD

No.	CONTRASTE	SIG.	DIFERENCIA	+/- LÍMITES
1	TA1 - TA2		0.1566	0.462355
2	TA1 - TA3		-0.2162	0.462355
3	TA1 - TA4	*	1.0028	0.462355
4	TA2 - TA3		-0.3728	0.462355
5	TA2 - TA4	*	0.8462	0.462355
6	TA3 - TA4	*	1.219	0.462355

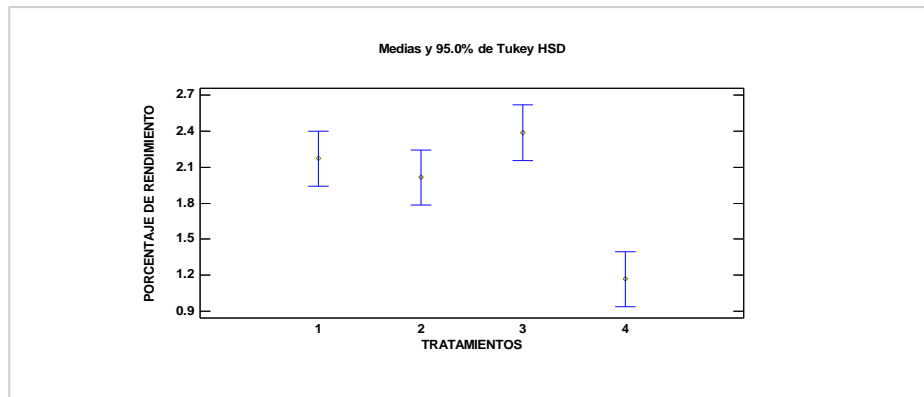
\* Indica diferencia significativa

**Fuente:** Statgraphics Centurion XVII.

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

La Tabla 40-3 menciona que tres grupos de tratamientos son diferentes, con un nivel de confianza del 95% y tres grupos muestran que su media del porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Superchola es igual, con un nivel de confianza del 95%. De esta manera se advierte que el TA3 es estadísticamente diferente al TA4, puesto que el TA3 presenta una media del porcentaje de rendimiento del almidón mayor respecto al TA4, pero no se puede decir que el TA1 y TA2 son diferentes al TA3, debido a que estos se traslapan, por lo que estadísticamente no existe diferencia significativa por ende son iguales. Es así que según el enfoque de gastos o costos por consumo de energía eléctrica para el TA3 es mayor, por ello al ser el TA1 y TA3 estadísticamente iguales; es decir, que se obtienen similares medias en el porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Superchola, se recomienda al TA1 porque este hace que se consuma menos energía en el proceso de extracción del almidón y a la vez se produce un ahorro por el pago de la misma.





**Gráfico 5-3.** Medias del porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Superchola y 95% de Tukey HSD

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

En el Gráfico 5-3 se observa que el Test de Tukey detecta con un nivel de confianza del 95 % que el  $TA1 \neq TA4$ , así mismo que el  $TA2 \neq TA4$  y el  $TA3 \neq TA4$  lo que indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de dichos grupos de tratamientos y una igualdad de medias entre los tres grupos de tratamientos donde no existe diferencia estadísticamente significativa, así se tiene al:  $TA1=TA2$ , del mismo modo al  $TA1=TA3$  y el  $TA2=TA3$ .

De esta manera se puede mencionar que el mejor tratamiento por gastos y costos de energía eléctrica es el TA1, ya que se obtiene mayor porcentaje de rendimiento de almidón de cáscara de papa Superchola y se da un ahorro en el pago de energía eléctrica, lo cual es beneficioso.

**Tabla 41-3:** Test de Tukey para el porcentaje del rendimiento del almidón de cáscara de papa Fripapa-99 por tratamiento

No.	TRATAMIENTOS	CASOS	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
1	TA3	5	0.8256	X
2	TA1	5	1.2182	X
3	TA4	5	1.5878	X
4	TA2	5	3.5806	X

**Fuente:** Statgraphics Centurion XVI.I.

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

Al existir en el Análisis de Varianza del porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Fripapa-99 diferencia significativa, se aplica el Test de Tukey, el cual determina las diferencias entre tratamientos.

**Tabla 42-3:** Comparación entre medias del porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Frippapa-99 por tratamiento, 95% de Tukey HSD

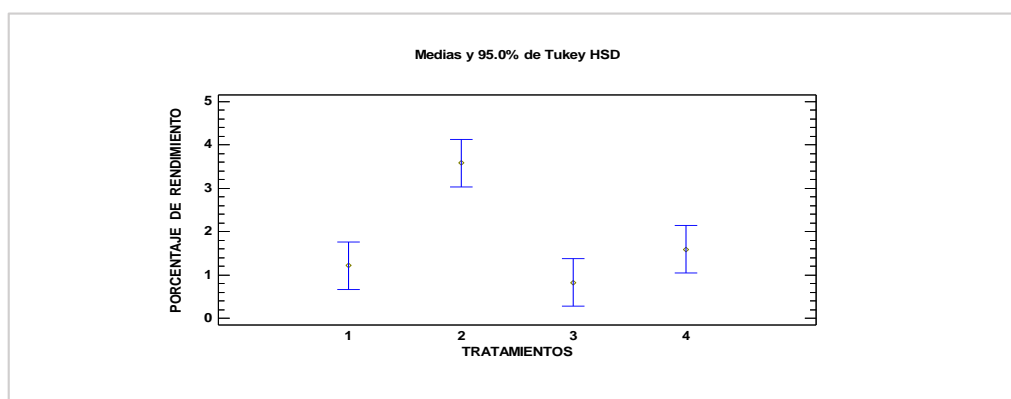
No.	CONTRASTE	SIG.	DIFERENCIA	+/- LÍMITES
1	TA1 - TA2	*	-2.3624	1.09895
2	TA1 - TA3		0.3926	1.09895
3	TA1 - TA4		-0.3696	1.09895
4	TA2 - TA3	*	2.755	1.09895
5	TA2 - TA4	*	1.9928	1.09895
6	TA3 - TA4		-0.7622	1.09895

\* Indica diferencia significativa

**Fuente:** Statgraphics Centurion XVI.I.

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

La Tabla 42-3 menciona que tres grupos de tratamientos son diferentes, con un nivel de confianza del 95% y tres grupos muestran que su media del porcentaje de rendimiento de almidón de cáscara de papa Frippapa-99 es igual, con un nivel de confianza del 95%. De esta manera se advierte que el Tratamiento de Almidón 2 (TA2) es estadísticamente diferente al TA1, TA3 y TA4, debido a que el TA2 presenta una media de porcentaje de rendimiento de almidón mayor al resto de tratamientos. Es por esta razón que se recomienda al Tratamiento de Almidón 2 (TA2), además que con este tratamiento los gastos o costos por consumo de energía eléctrica van hacer menores por ende se tiene ahorro en el pago de la misma.



**Gráfico 6-3.** Medias del porcentaje de rendimiento del almidón de cáscara de papa Frippapa-99 y 95% de Tukey HSD

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

El Gráfico 6-3 permite observar que el Test de Tukey detecta con un nivel de confianza del 95% que el  $TA1 \neq TA2$ , así mismo que el  $TA2 \neq TA3$  y el  $TA2 \neq TA4$  lo que indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los grupos de tratamientos y una igualdad de medias entre tres grupos de tratamientos donde no existe diferencia estadísticamente significativa, así se tiene al  $TA1=TA3$ ,  $TA1=TA4$  y  $TA3=TA4$ .

En definitiva, el Tratamiento de Almidón 2 (TA2) es el mejor tratamiento para la extracción del almidón de cáscara de papa Fripapa-99 tanto por su mayor porcentaje de rendimiento de almidón, como su ahorro en el pago de energía eléctrica.

3.1.3.4. *Resultados del análisis Físico Químico y Microbiológico de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (Solanum tuberosum)*

- *Resultados del porcentaje de humedad de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99, en base seca*

**Tabla 43-3:** Resultados de humedad (base seca) de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99

No.	MUESTRA	REPETICIÓN	% HUMEDAD	
			INDIVIDUAL	PROMEDIO
1	CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	R1	12.916	12.794
		R2	12.800	
		R3	12.667	
2	CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99	R1	12.133	12.084
		R2	12.133	
		R3	11.984	

Realizado por: Guamán Cargua, Alemania, 2022.

- *Resultados del porcentaje de humedad de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99, en base húmeda*

**Tabla 44-3:** Resultados de humedad (base húmeda) de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99

No.	MUESTRA	REPETICIÓN	% HUMEDAD	
			INDIVIDUAL	PROMEDIO
1	CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	R1	82.400	83.074
		R2	84.021	
		R3	82.800	
2	CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99	R1	78.667	78.089
		R2	77.333	
		R3	78.267	

Realizado por: Guamán Cargua, Alemania, 2022.

- *Resultados del porcentaje de ceniza de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99, en base seca y base húmeda*

**Tabla 45-3:** Resultados de ceniza ( base seca y húmeda) de las dos variedades de cáscara de papa

No.	MUESTRA	REPETICIÓN	% CENIZA					
			BASE SECA			BASE HÚMEDA		
			INDIVIDUAL	PROMEDIO	INCERTIDUMBRE U K=2	INDIVIDUAL	PROMEDIO	INCERTIDUMBRE U K=2
1	CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	R1	5.505	5.604	±0.560	0.932	0.948	± 0.095
		R2	5.505			0.932		
		R3	5.802			0.982		
2	CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99	R1	4.401	4.346	±0.435	0.964	0.952	±0.095
		R2	4.249			0.931		
		R3	4.387			0.961		

- Incertidumbre - base húmeda, realizado por: (Álvarez, M. 2022).

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

- *Resultados del Índice de Absorción de Agua (IAA), Índice de Solubilidad en Agua (ISA) y Poder de Hinchamiento (PH) de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99, en base seca*

**Tabla 46-3:** Resultados del (IAA), (ISA) y (PH) de las dos variedades de cáscara de papa

No.	MUESTRA	REPETICIÓN	(IAA)		(ISA)		(PH)	
			INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL	PROMEDIO
1	CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	R1	4.950	5.183	12.800	12.501	5.218	5.46
		R2	5.130		12.800		5.406	
		R3	5.470		11.904		5.756	
2	CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99	R1	3.565	3.538	12.896	12.619	3.751	3.719
		R2	3.534		12.480		3.713	
		R3	3.515		12.480		3.692	

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

- *Resultados de pH de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99*

**Tabla 47-3:** Resultados de pH de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99

No.	MUESTRA	REPETICIÓN	pH	
			INDIVIDUAL	PROMEDIO
1	CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	R1	6.140	6.143
		R2	6.150	
		R3	6.140	
2	CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99	R1	6.070	6.063
		R2	6.060	
		R3	6.060	

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

- *Resultados de viscosidad de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99*

**Tabla 48-3:** Resultados de viscosidad

No.	MUESTRA	REPETICIÓN	VISCOSIDAD (mPa.s)	
			INDIVIDUAL	PROMEDIO
1	CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	R1	1204.600	988.994
		R2	856.700	
		R3	905.683	
2	CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99	R1	1175.701	804.795
		R2	788.800	
		R3	449.885	

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

- *Resultados de temperatura de gelatinización de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99*

**Tabla 49-3:** Resultados de temperatura de gelatinización

No.	MUESTRA	REPETICIÓN	TEMPERATURA DE GELATINIZACIÓN (°C)	
			INDIVIDUAL	PROMEDIO
1	CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	R1	65	66
		R2	66	
		R3	66	
2	CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99	R1	67	67
		R2	67	
		R3	67	

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

- *Resultados de fibra y proteína cruda de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99*

**Tabla 50-3:** Resultados de fibra y proteína cruda de las dos variedades de cáscara de papa

No.	MUESTRA	DETERMINACIONES				LUGAR	
		BASE SECA		BASE HÚMEDA			
		FIBRA CRUDA (%)	PROTEÍNA CRUDA (%)	FIBRA CRUDA (%)	PROTEÍNA CRUDA (%)	Laboratorio de Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos en Agua y Alimentos.	Laboratorio de Bromatología Facultad de Ciencias ESPOCH.
1	CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	1.224	1.380	0.207	0.2335788		
2	CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99	1.492	1.390	0.327	0.3045629		

-Base húmeda, realizado por: (Álvarez, M. 2022).

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

- *Resultados del análisis microbiológico de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99*

**Tabla 51-3:** Resultados del análisis microbiológico de las dos variedades de cáscara de papa

No.	DETERMINACIONES	MUESTRA		LUGAR
		CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99	
1	COLIFORMES TOTALES (UFC/g)	5	2	Laboratorio de Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos en Agua y Alimentos.
2	COLIFORMES FECALES ( <i>Escherichia coli</i> ) (UFC/g)	Ausencia	Ausencia	
3	MOHOS Y LEVADURAS (UFC/g)	Ausencia	Ausencia	

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

- *Resumen de los resultados del análisis Físico Químico y Microbiológico de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (Solanum tuberosum)*

**Tabla 52-3:**Resumen de la caracterización de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99

No.	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADO				ESTÁNDAR	MÉTODO DE ENSAYO NORMA / INSTITUCIÓN	
			CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA		CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99				
			BASE SECA	BASE HÚMEDA	BASE SECA	BASE HÚMEDA			
1	Humedad	%	12.794	83.074	12.084	78.089	83.72% CPS (Toapanta, 2019, p.120). 74.01% PF-99 (Andrade et al., 2020: p.3).	AOAC.925.10	
2	Ceniza	%	5.604	0.948	4.346	0.952	0.96% (Quispe, 2014, p.37).	(AOAC, 2000)	
3	Solubilidad	(IAA)	g soluble/ g muestra	5.183	-	3.58	-	(0.82-15.52) g gel / g muestra (Aristizábal y Sánchez, 2007, p.74).	(Anderson et al., 1969)
		(ISA)	g soluble/ g muestra	12.501	-	12.619	-	(0,27-12,32) (Aristizábal y Sánchez, 2007, p.74).	
		(PH)	%	5.460	-	3.719	-	(0.79-15.45) % (Aristizábal y Sánchez, 2007, p.74).	
4	pH		6.143	-	6.063	-	5.8-6.13 (Tipán, 2017, p.38).	NTE INEN 1456:1986	
5	Viscosidad	m.Pa.s	988.994	-	804.795	-	-	(ISI,2002)	
6	Temperatura de gelatinización	°C	66	-	67	-	59.98-66.73 (González, 2018, p.34).	(Grace,1977)	
7	Fibra	%	1.224	0.207	1.492	0.327	(2.46-3.53) % PS (Nazate, 2018, p.7).	Laboratorio de Servicios Analíticos	

							(1.39 %) PF-99 (Andrade et al., 2020: p.3).	Químicos y Microbiológicos en Agua y Alimentos.
8	Proteína	%	1.380	0.234	1.390	0.305	0.59 % (Quispe, 2014, p.37).	
11	Levaduras y mohos	UFC/g	Ausencia	-	Ausencia	-	(1000-5000) UFC/g (Aristizábal y Sánchez, 2007, p.113).	Laboratorio de Servicios Analíticos
12	Coliformes totales	UFC/g	5	-	2	-	< 10 UFC/g (Aristizábal y Sánchez, 2007, p.113).	Químicos y Microbiológicos en Agua y Alimentos.
13	Coliformes Fecales ( <i>Escherichia coli</i> )	UFC/g	Ausencia		Ausencia	-		

- CPS= Cáscara de papa Superchola; PF-99= Papa Fripapa-99 y PS=Papa Superchola

- Incertidumbre, realizado por: (Álvarez, M. 2022).

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

La caracterización de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 presentan valores cercanos al valor estándar siendo satisfactorios para usarlas en la extracción del almidón. Es preciso recalcar que algunos valores de referencia se relacionan con el producto principal del cual deriva el residuo, en este caso la papa, puesto que no se ha encontrado referencia en ciertos parámetros con respecto a la cáscara en estudio. Aun así, Román y Hurtado (2002: p.32) mencionan que la variación de los valores del análisis proximal se debe a la taxonomía del producto a utilizar, pero estas también se ven afectadas por las condiciones de almacenamiento, parámetros ambientales, el suelo para el cultivo, la madurez, entre otros aspectos. Cabe destacar que los dos residuos son de calidad, sin embargo, el de cáscara de papa Superchola es mejor respecto al de Fripapa-99 con ligeras variaciones.



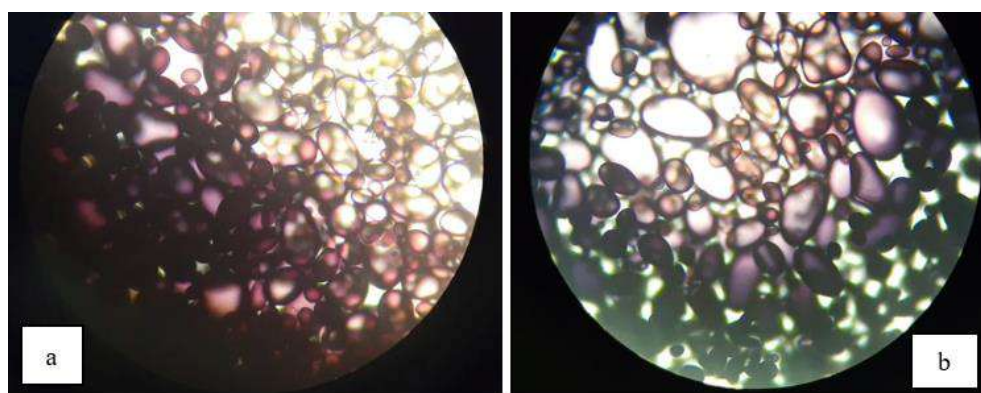
3.1.3.5. *Análisis sensorial del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (Solanum tuberosum)*

**Tabla 53-3:** Análisis organoléptico del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99

No.	CARACTERÍSTICAS	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99
1	Olor	Neutro	Neutro
2	Sabor	Neutro	Neutro
3	Color	Blanco	Blanco
4	Textura	Reseca, harinosa y poco granular Buena	Harinosa y poco granular Buena

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

Se determina los atributos sensoriales de los almidones obtenidos por variedad de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99. Según Aristizábal y Sánchez (2007: p.64) mencionan que el color del almidón debe ser blanco, mismo que indica un buen grado de calidad. En tanto que (Ficha de requisitos técnicos de acceso al mercado de EE. UU de la fécula de papa, 2008, p.3) establece que el almidón debe ser sin sabor y sin olor; es decir neutro. Pues su sabor y textura singular garantizan la excelencia de la biopelícula a obtener (Resoco, 2019, párr.1). Entonces los resultados obtenidos en la Tabla 53-3 coinciden con el análisis organoléptico del almidón de papa según bibliografía.



**Figura 2-3.** a) Forma de gránulos de almidón de cáscara de papa Superchola y b) Fripapa-99 de la presente investigación, vistos con un lente objetivo de 40 x

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

En la Figura 2-3 claramente se advierte que tanto los gránulos de almidón de cáscara de papa Superchola como los de Fri papa-99, presentan una morfología con contorno irregular, ovalado, esférico y piriforme, con un rango de diámetro de ( 5-100)  $\mu\text{m}$  ; lo cual concuerda con la forma propia del almidón de papa según lo establecido por Taggart ( 2004; citado en Aristizábal y Sánchez; 2007) y ANMAT- MED – FPA 014- 00 donde establece que los gránulos esféricos están entre (10 – 35)  $\mu\text{m}$  y los gránulos: ovalados, de contorno irregular y piriformes están entre ( 30 a 100 )  $\mu\text{m}$ .

3.1.3.6. *Resultados del análisis Físico Químico y Microbiológico del almidón de cáscara de papa Superchola y Fri papa-99 (Solanum tuberosum)*

- *Resultados del porcentaje de humedad y materia seca del almidón de cáscara de papa Superchola y Fri papa-99*

**Tabla 54-3:** Resultados de humedad y materia seca de los almidones obtenidos

No.	MUESTRA	REPETICIÓN	% HUMEDAD		% MATERIA SECA		INCERTIDUMBRE U K=2
			INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL	PROMEDIO	
1	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	R1	12.467	12.450	87.533	87.550	± 3.50
		R2	12.434		87.566		
		R3	12.450		87.550		
2	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99	R1	12.800	12.727	87.200	87.273	± 3.49
		R2	12.749		87.251		
		R3	12.633		87.367		

- Incertidumbre, realizado por: (Álvarez, M. 2022).

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

Según los resultados de la Tabla 54-3, el porcentaje de humedad y materia seca del almidón de cáscara de papa Superchola (12.450% y 87.550%) y Fri papa-99 (12.727% y 87.273%) son similares con una pequeña variación, esto debido a que la materia prima es un residuo que corresponde a igual especie, pero diferente subespecie, además que para su extracción y secado se usa el mismo método (método húmedo y a temperatura ambiente) (Díaz, 2015, p.16). Sin embargo, dichos valores se encuentran en el rango establecido por Aristizábal y Sánchez (2007, p. 124) quienes afirman que el porcentaje de humedad para un almidón de papa seco y color blanco debe estar entre un (11-13) %. En lo referente al porcentaje de materia seca entre un

(87-90) % (Aristizábal y Sánchez, 2007, p.62), lo que indica que el almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa -99 presenta una condición de secado aceptable evitando así el desarrollo de hongos durante el almacenamiento del mismo.

**Tabla 55-3:** Resultados de ceniza de los almidones obtenidos

No.	MUESTRA	REPETICIÓN	% CENIZA		
			INDIVIDUAL	PROMEDIO	INCERTIDUMBRE U K=2
1	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	R1	0.469	0.417	± 0.042
		R2	0.312		
		R3	0.469		
2	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99	R1	0.314	0.366	± 0.037
		R2	0.469		
		R3	0.313		

- Incertidumbre, realizado por: (Álvarez, M. 2022).

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

De acuerdo a los resultados de la Tabla 55-3 el porcentaje de ceniza para el almidón de cáscara de papa Superchola (0.417%) es mayor respecto al de Fripapa-99 (0.366%), con una leve variación. Sin embargo los resultados de estos almidones son acordes al rango establecido entre (Aristizábal y Sánchez, 2007; Vargas, 2016) cuyos valores reportados son ( 0.35 - 0.46 )% de contenido de ceniza , dichos valores están estrechamente relacionados con el contenido de fósforo que viene hacer el contenido de minerales de este tipo de almidón, su presencia es buena porque mejora la claridad de la pasta y el proceso de hinchamiento de los gránulos; es por ello que la pasta del almidón de cáscara de papa Superchola es más clara en relación a la Fripapa-99. Generalmente este tipo de almidones de papa son sugeridos para ser usados en la industria.

- *Resultados del índice de Absorción (IAA), Índice de Solubilidad en Agua (ISA) y Poder de Hinchamiento (PH) del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99*

**Tabla 56-3:** Resultados del (IAA),(ISA) y (PH) de los almidones obtenidos

No.	MUESTRA	REPETICIÓN	(IAA) (g soluble/g muestra)		(ISA) g soluble / g muestra		(PH) %	
			INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL	PROMEDIO
			1	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	R1	2.920	3.587	0.647
R2	3.925	0.829	3.921					
R3	3.917	0.415	3.915					
2	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99	R1	1.996	2.010	0.446	0.724	1.994	2.007
R2	2.021	1.079	2.016					
R3	2.014	0.647	2.011					

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

En la Tabla 56-3 se advierte que el IAA para el almidón de cáscara de papa Superchola es mayor en relación al de Fripapa-99; en tanto que su ISA es menor respecto al de Fripapa-99 con una ligera variación, y su PH es mayor referente al de Fripapa-99. De acuerdo con Lindeboom et al., (2004; citados en Díaz, 2015) sostienen que la forma, tamaño del gránulo y fuente biológica; son las que provocan diferencia en el valor IAA y PH en el almidón de papa. Por su parte Narpinder et al., (2003, p.222) mencionan que la diferencia en los valores del PH está ligada a la composición de amilosa y amilopectina. Además afirma que el ISA y PH en el almidón de papa es mayor respecto a otros almidones debido al contenido de fosfato. A hora bien; Según Ramírez (2011, p.64) en su estudio señala rangos generales para el almidón de papa con un IAA entre ( 2.36 - 10.27)g gel /g muestra, ISA (0.15-6.19) g soluble / g muestra y PH (2.48 - 9.22) %; en confrontación con los resultados analizados se advierte que el almidón de cáscara de papa Superchola se encuentra dentro de los valores de referencia establecidos por Ramírez (2011, p.64), así como también el ISA del almidón de cáscara de papa Fripapa 99; no obstante los valores del IAA y PH para el almidón de cáscara de papa Fripapa-99 son menores a lo reportado por Ramírez (2011, p.64). De este modo al comparar con el rango fijado por Aristizábal y Sánchez (2007, p.74) para el almidón de yuca, en lo que refiere al IAA entre (0.82-15.52) g gel / g muestra, ISA (0.27-12.32) por ciento y PH entre (0.79-15.45) por ciento, se evidenció que los valores de IAA, ISA y PH tanto para el almidón de cáscara de papa Superchola y

Fripapa-99 están acorde a los valores establecidos. De este modo se demuestra la similitud de las características funcionales entre el almidón de papa y yuca. Es por eso que Garnica et al., (2010a: p.1) en su artículo manifiesta que los almidones extraídos de los clones promisorios de papa de especie: *Solanum tuberosum* y subespecie: *andígena*; tienen alto PH, alto IAA, bajo ISA y alta viscosidad; por tanto los dos almidones estudiados son de buena calidad; sin embargo, el almidón de cáscara de papa Superchola es mejor que el de Fripapa-99 debido a su taxonomía y morfología de la papa que proviene el residuo (Garnica et al., 2010b: p.6).

- *Resultados de pH del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99*

**Tabla 57-3:** Resultado de pH de los almidones obtenidos

No.	MUESTRA	REPETICIÓN	pH	
			INDIVIDUAL	PROMEDIO
1	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	R1	6.214	6.211
		R2	6.211	
		R3	6.207	
2	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99	R1	6.301	6.310
		R2	6.315	
		R3	6.314	

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

Conforme a los resultados de la Tabla 57-3, se advierte que el pH del almidón de cáscara de papa Superchola es menor respecto al de Fripapa-99, con una leve variación. Dichos valores son similares a los reportados por Díaz (2015, p.61) que presenta un rango de (6.19-6.93) para almidones de cuatro variedades de papa. Sin embargo, al comparar los resultados con los valores establecidos por la norma NTE INEN 1456:1986 entre (5.0 -7.0) y Aristizábal y Sánchez (2007, p.90) en un rango entre (6.0 - 6.5), se constató que los valores de pH tanto para el almidón de cáscara de papa Superchola como el de Fripapa-99 se encuentran dentro del rango indicado. Pues Aristizábal y Sánchez (2007, p.89) manifiestan que el desarrollo de hongos en el almidón libera amoníaco lo cual produce el aumento de pH y por el contrario cuando se produce una fermentación ácida el valor de pH disminuye.

- *Resultados de viscosidad del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99*

**Tabla 58-3:** Resultados de viscosidad de los almidones obtenidos

No.	MUESTRA	REPETICIÓN	VISCOSIDAD (mPa.s)	
			INDIVIDUAL	PROMEDIO
1	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	R1	25988.000	22958.317
		R2	23065.000	
		R3	19821.950	
2	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99	R1	25797.000	21366.667
		R2	21304.000	
		R3	16999.000	

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

Según Aristizábal y Sánchez (2007, p.38) manifiestan que con altas concentraciones de amilosa se tiene un gel fuerte y opaco, en tanto que con bajas concentraciones se tiene dispersiones que no gelifican y a su vez son claras. En consecuencia el valor de viscosidad mostrado en la Tabla 58-3 señala que el almidón de cáscara de papa Superchola tiene mayor valor respecto al Fripapa-99, en vista que el porcentaje de amilosa es mayor al de Fripapa-99. Sin embargo Narpinder (2003, p.219) en su artículo menciona que el almidón de papa presenta alta claridad de pasta y viscosidad que el almidón de maíz, arroz o trigo. Cabe considerar que el tamaño y forma del gránulo de almidón incide en la estabilidad de la viscosidad, es por ello que el almidón de cáscara de papa Superchola, presenta mayor viscosidad puesto que sus granulos tienen un tamaño ligeramente menor al de Fripapa-99. Sin embargo, comparando los valores de viscosidad de almidones nativos de papa reportados por Vargas (2016, p.228) y Martínez (2015, p.297) correspondiente a (25000 mPa.s) y (5268-33080) mPa.s, se verifica que el valor de viscosidad del almidón de cáscara de papa Superchola ( 22958.317 mPa.s ) y Fripapa-99 (21366.667 mPa.s), se encuentran dentro del rango establecido por Martínez (2015, p.297). Es preciso mencionar que un almidón que tiene alta viscosidad se puede aplicar en la industria alimentaria como espesante (Aprianita et al., 2009; citados en Martínez et al., 2015).

- *Resultados de la temperatura de gelatinización del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99*

**Tabla 59-3:** Resultados de temperatura de gelatinización de los almidones obtenidos

No.	MUESTRA	REPETICIÓN	TEMPERATURA DE GELATINIZACIÓN (°C)	
			INDIVIDUAL	PROMEDIO
1	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	R1	61	61
		R2	61	
		R3	61	
2	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99	R1	63	62.7
		R2	63	
		R3	62	

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

Los resultados de temperatura de gelatinización de la Tabla 59-3 señalan que el almidón de cáscara de papa Superchola es menor respecto al de Fripapa-99; debido a que, a menor temperatura de gelatinización, mayor contenido de amilosa y viceversa (Lindeboom et al., 2004, p.93). No obstante, dichos valores están acorde a lo reportado por Garnica (2010, p.6) y Aristizábal y Sánchez (2007, p.36) donde la temperatura de gelatinización para el almidón nativo de papa oscila entre (61-65) °C y (59-68) °C, siendo menor a la temperatura de gelatinización de los cereales (74-81) °C (Aristizábal y Sánchez, 2007, p.39). Cabe señalar que existen aspectos como el tipo de gránulo, la cantidad de amilosa, cadenas de amilopectina y la relación almidón - agua que influyen en la temperatura de gelatinización, por ende, es diferente en cada tipo de almidón (Hoover, 2009; citado en Zárate et al., 2014).

- *Resultados de la densidad aparente del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 suelto y empacado*

**Tabla 60-3:** Resultados de la densidad aparente de los almidones obtenidos

No.	MUESTRA	REPETICIÓN	DENSIDAD APARENTE DEL ALMIDÓN SUELTO (g/mL)		K=2 INCERTIDUMBRE U	DENSIDAD APARENTE DEL ALMIDÓN EMPACADO (g/mL)		K=2 INCERTIDUMBRE U
			INDIVIDUAL	PROMEDIO		INDIVIDUAL	PROMEDIO	
1	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	R1	0.709	0.706	±0.10	0.864	0.928	± 0.13
		R2	0.708			0.863		
		R3	0.702			1.058		
2	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99	R1	0.650	0.664	±0.09	0.833	0.847	± 0.12
		R2	0.659			0.867		
		R3	0.682			0.841		

- Incertidumbre, realizado por: (Álvarez, M. 2022).

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

En la Tabla 60-3 se advierte que tanto la densidad aparente para el almidón suelto como del almidón empacado de cáscara de papa Superchola es mayor al de Fripapa-99, esto debido a que a mayor cantidad de granos finos, la densidad es mayor, particularidad que favorece su almacenamiento de acuerdo a Techeira et al., (2014, p.193) en su artículo; es decir; que el gránulo de la papa Superchola es ligeramente menor al de Fripapa-99. Por ello la densidad de almidón suelto para el almidón de papa, achira y yuca son mayores en relación al del maíz según a lo reportado por Manobanda (2017, p.14). Sin embargo, los valores del almidón suelto de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 se encuentran acorde a los reportados por Leguía (2017, p.44) para almidón por variedades de papa, mismos que oscilan entre ( 0.40 a 0.77) g / mL. Cabe destacar que la densidad compacta incrementó respecto a la densidad suelta de los dos almidones en estudio. No obstante, el valor de referencia establecido por Arenas y Pedraza (2017: p.87) para la densidad compacta del almidón nativo de papa es de (0.894 g/mL), encontrándose los valores de densidad compacta del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 muy cercanos a este.



- *Resultados de sensibilidad del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99*

**Tabla 61-3:** Resultados de sensibilidad de los almidones obtenidos

No.	MUESTRA	PRODUCE COLOR AZUL PROFUNDO	DESAPARECE	MUESTRA CUMPLE CON REQUISITO
1	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	SI	SI	SI
2	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99	SI	SI	SI

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

La Tabla 61-3 muestra que tanto el almidón de cáscara de papa Superchola como el Fripapa-99 cumplen con el requisito de la norma NTE INEN 1456:1986 para la sensibilidad del almidón, misma que consiste en la desaparición del color azul profundo por adición de tiosulfato de sodio, evidenciando así la presencia de almidón. Cabe destacar que los resultados obtenidos concuerdan con la prueba cualitativa realizada por Chulde (2020, p.44) en almidones por variedad de cáscara de papa Superchola y Carpio se advirtió la existencia de almidón, debido a la formación del complejo Yodo- almidón observándose claramente el color negro.

- *Resultados de amilosa y amilopectina del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99*

**Tabla 62-3:** Resultados de amilosa y amilopectina de los almidones obtenidos

No.	ANÁLISIS	MUESTRA		LUGAR
		ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99	
1	AMILOSA (%)	30.31	24.44	INIAP
2	AMILOPECTINA (%)	69.69	75.56	INIAP

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

En la Tabla 62-3 se advierte que el porcentaje de amilosa para el almidón de cáscara de papa Superchola es mayor respecto al de Fripapa-99; mientras que el porcentaje de amilopectina es menor en relación al de Fripapa-99. Con base en Aristizábal y Sánchez (2007, p.36) manifiestan que el porcentaje de amilosa y amilopectina en un almidón difiere uno con otro según sea su origen, a pesar que provenga de la misma planta o variedad dentro de la especie. Sin embargo Narpinder et al., (2003, p.221) señala que el porcentaje de amilosa del almidón de papa oscila entre (20.1 - 31.0) % , mientras que Ramírez et al., (2011, p.98) indica que el rango del porcentaje de amilosa para almidones de clones de papa se encuentran entre ( 14 - 49) % y amilopectina entre ( 51- 86) % ; lo que indica que los valores de amilosa y amilopectina para el almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 se encuentran dentro del rango establecido. Conforme con Charro (2015, p.67) establece que el porcentaje de amilosa es el fundamental componente para la combinación con el plastificante lo cual mejora las propiedades mecánicas y de barrera de la biopelícula; es decir que la amilosa beneficia la formación de películas fuertes y determina la calidad de las mismas.

- *Resultados de fibra y proteína cruda del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99*

**Tabla 63-3:** Resultados de fibra y proteína cruda de los almidones obtenidos

No.	DETERMINACIONES	MUESTRA		LUGAR
		ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99	
1	FIBRA CRUDA (%)	0.070	0.059	Laboratorio de Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos en Agua y Alimentos.
2	PROTEÍNA CRUDA (%)	0.261	0.383	

Realizado por: Guamán Cargua, Alemania, 2022.

El contenido de fibra cruda reportado en la Tabla 63-3 para el almidón de cáscara de papa Superchola es mayor en relación al Fripapa-99, con una pequeña variación. De acuerdo con Gutiérrez (1980; citado en Díaz, 2015) afirma que la fuente de obtención y estado de madurez son uno de los factores que afecta al contenido de fibra, puesto que, a mayor contenido de fibra, mayor madurez. Razón por la cual el residuo usado de papa Superchola para la extracción del almidón presenta mayor madurez, respecto al Fripapa-99 y también cada residuo tiene su taxonomía definida. De acuerdo al rango de fibra presentado por Díaz (2015, p.56) (0.016-0.033) % en cuatro

almidones de papa estos son menores a los reportados. Sin embargo, el valor de fibra para el almidón de cáscara de papa Superchola y Frippapa-99 es cercano a lo establecido por Alvis (2008, párr.16) cuyo valor es de 0.05% para un almidón nativo de papa. Además, que la prueba del porcentaje de pulpa está relacionada con la determinación de pequeñas cantidades de fibra presente en el almidón, es así que Aristizábal y Sánchez (2007, p.63) destacan que el porcentaje de pulpa en un almidón no debe exceder el 0.3 por ciento, pues indica buena calidad. Por ello los valores reportados de fibra para el almidón de cáscara de papa Superchola y Frippapa-99 indican que estos son de buena calidad, debido a que sus porcentajes son menores a 0.3 por ciento. Por consiguiente, el porcentaje de proteína del almidón de cáscara de papa Superchola es menor al de Frippapa 99, con una leve variación. Aun así, se encuentran entre el valor de referencia de Pardo (2013; citado en Acosta et al., 2018) (0.1- 0.59) %, lo que indica que el almidón de cáscara de papa Superchola y Frippapa-99 pueden ser usados en la industria. No obstante, el almidón de cáscara de papa Superchola es mejor referente al Frippapa-99. Se puede señalar que, en base a Pardo et al., (2013: p.292) manifiesta que en el ámbito industrial el alto contenido de proteína afecta ciertas propiedades como: propiedades térmicas, estabilidad y viscosidad.

- *Resultados del porcentaje de pureza del almidón de cáscara de papa Superchola y Frippapa - 99*

**Tabla 64-3:** Resultados del porcentaje de pureza de los almidones obtenidos

<b>ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA</b>				
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>CENIZAS (%)</b>	<b>PROTEÍNA CRUDA (%)</b>	<b>FIBRA CRUDA(%)</b>	<b>PUREZA(%)</b>
14.780	0.417	0.261	0.070	99.252
<b>ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99</b>				
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>CENIZAS (%)</b>	<b>PROTEÍNA CRUDA (%)</b>	<b>FIBRA CRUDA(%)</b>	<b>PUREZA(%)</b>
15.122	0.366	0.383	0.059	99.192

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

En la Tabla 64-3 se evidencia que el porcentaje de pureza del almidón de cáscara de papa Superchola es mayor respecto al de Frippapa-99, con una pequeña variación. De acuerdo con Chulde (2020, p.45) menciona que esa leve diferencia se debe a cada componente que determina el porcentaje de pureza de cada uno de ellos; no obstante, se encuentran cercanos a su valor de referencia (97.474 y 96.203) % para almidones de residuo provenientes de papa Carpio y Superchola. Aun así, se verifica que la metodología de extracción aplicada en el presente proyecto de investigación es eficiente, pues la pureza del almidón de cáscara de papa Superchola y Frippapa-99 son altas respecto al de Carpio y Superchola. Según Singh y Kaur (1960; citados en Vera y Chavarría,

2020) establecen que, debido a la gran presencia de carbohidratos en el almidón de papa, este es considerado el de mayor pureza, comprobándose con el valor del almidón nativo de papa reportado por Vargas et al., (2016, p.227) (98.8%).

- *Resultados del análisis microbiológico del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa -99*

**Tabla 65-3:** Resultados del análisis microbiológico de los almidones obtenidos

No.	DETERMINACIONES	MUESTRA		LUGAR
		ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99	
1	<b>COLIFORMES TOTALES (UFC/g)</b>	6	8	Laboratorio de Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos en Agua y Alimentos.
2	<b>COLIFORMES FECALES (<i>Escherichia coli</i>) (UFC/g)</b>	Ausencia	Ausencia	
3	<b>MOHOS Y LEVADURAS (UFC/g)</b>	Ausencia	Ausencia	

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

En la Tabla 65-3 se advierte la ausencia de Mohos y Levaduras; esto debido a que la humedad del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 se encuentran dentro del rango fijado (11-13) %, donde no se da un deterioro por hongos o microorganismos. Así también se evidencia la presencia de coliformes totales que vienen hacer los coliformes ambientales y la ausencia de Coliformes fecales (*Escherichia coli*). Cabe señalar que la presencia de Coliformes en particular no implica que hubo contaminación fecal (Saltos, 2015, p.9). Si bien, la cantidad de Coliformes totales están en el rango establecido por Aristizábal y Sánchez (2007, p.113) cuyo valor debe ser menor a diez. Por lo tanto el almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99, presentan buena condición con lo cual se puede usar para la elaboración de una biopelícula para embalaje de alimentos. Conforme a Aristizábal y Sánchez (2007, p.113) mencionan que particularmente para la obtención de un almidón de calidad, el producto debe ser de calidad y el control en su extracción.

- *Resumen de resultados del análisis Físico Químico y Microbiológico del almidón de cáscara de papa Superchola y Fri papa-99 (Solanum tuberosum)*

**Tabla 66-3:** Resumen de resultados del análisis Físico Químico y Microbiológico del almidón de cáscara de papa Superchola y Fri papa-99

No.	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADO		ESTÁNDAR	MÉTODO DE ENSAYO NORMA / INSTITUCIÓN	
			ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA	ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA FRIPAPA-99			
1	<b>Humedad</b>	%	12.450	12.727	(11-13) % (Aristizábal y Sánchez 2007, p.124).	AOAC.925.10	
2	<b>Materia Seca</b>	%	87.55 ± 3.50	87.273 ± 3.49	(87-90) % (Aristizábal y Sánchez 2007, p.62).	(INCOTEC, 2002 )	
3	<b>Ceniza</b>	%	0.417 ± 0.042	0.366 ± 0.037	(0.35 - 0.46) % (Aristizábal y Sánchez, 2007; Vargas 2016).	(AOAC, 2000)	
4	<b>Solubilidad</b>	<b>(IAA)</b>	g gel / g muestra	3.587	2.01	(0.82-15.52 ) g gel / g muestra (Aristizábal y Sánchez, 2007, p.74).	(Anderson et al., 1969)
		<b>(ISA)</b>	g soluble/ g muestra	0.631	0.724	(0.15-6.19) g soluble / g muestra (Ramírez, 2011, p.64).	
		<b>(PH)</b>	%	3.584	2.007	(0.79-15.45) % (Aristizábal y Sánchez, 2007, p.74).	
5	<b>Densidad Aparente</b>	<b>Almidón suelto</b>	g/mL	0.706 ± 0.10	0.664 ± 0.09	(0.40 a 0.77) g/ mL (Leguía, 2017, p.44).	(Smith,1967)
		<b>Almidón empacado</b>	g/mL	0.868 ± 0.12	0.847 ± 0.12	0.894 g/mL (Arenas y Pedraza, 2017: p.87).	

6	<b>pH</b>		6.211	6.310	(5.0 -7.0) NTE INEN 1456:1986 ( 6.0 - 6.5) Aristizábal y Sánchez ( 2007, pp.80-90).	NTE INEN 1456:1986
7	<b>Viscosidad</b>	m.Pa.s	22958.32	21366.667	(5268-33080) mPa.s (Martínez , 2015, p.297).	(ISL,2002)
8	<b>Temperatura de Gelatinización</b>	°C	61.00	62.7	(59-68) °C (Aristizábal y Sánchez, 2007, p.36). (61-65) °C (Garnica, 2010, p.6).	(Grace,1977)
9	<b>Fibra</b>	%	0.070	0.059	0.05% ( Alvis, 2008, párr.16) 0.3% (Aristizábal y Sánchez, 2007, p.63).	Laboratorio de Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos en Agua y Alimentos.
10	<b>Pureza</b>	%	99.252	99.192	(97.474 y 96.203 ) % (Chulde, 2020, p.45).	(Moreno, 2017, p.369).
11	<b>Proteína</b>	%	0.261	0.383	(0.1- 0.59) %, (Pardo,2013; citado en Acosta et al., 2018).	Laboratorio de Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos en Agua y Alimentos.
12	<b>Amilosa</b>	%	30.31	24.44	(20.1 - 31.0) % (Narpinder et al., 2003, p.221).	INIAP
13	<b>Amilopectina</b>	%	69.69	75.56	(69-79.9) % (Narpinder et al., 2003, p.221).	
14	<b>Levaduras y mohos</b>	UFC/g	Ausencia	Ausencia	(1000-5000) UFC/g (Aristizábal y Sánchez, 2007, p.113).	Laboratorio de Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos

15	<b>Coliformes totales</b>	UFC/g	6	8	< 10 UFC/g	en Agua y Alimentos.
16	<b>Coliformes Fecales</b> ( <i>Escherichia coli</i> )	UFC/g	Ausencia	Ausencia	(Aristizábal y Sánchez, 2007, p.113).	

- Incertidumbre, realizado por: (Álvarez, M. 2022).

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

En la Tabla 66-3 se advierte a manera de resumen los resultados Físico Químico y Microbiológico del almidón de cáscara de papa Superchola y Fri papa-99; donde presentan diferencias y leves variaciones, esto debido a que el residuo proviene de dos variedades de papa pertenecientes a la misma especie, pero distinta e sub especie, así como su madurez, el tipo de suelo, el clima entre otros aspectos.

- *Resultados de formulaciones preliminares a la obtención de la biopelícula a partir de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 ( Solanum tuberosum) y aditivos, según diseño factorial 2<sup>2</sup>*

**Tabla 67-3:** Resultados de formulaciones preliminares a la obtención de la biopelícula, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

No.	FORMULACIONES	ALMIDÓN (g)		GLICERINA (mL)	GELATINA (mL)	CMC (mL)	ÁCIDO ACÉTICO (mL)	AGUA (mL)	TRANSPARENCIA	ESTABILIDAD	FLEXIBILIDAD
		ACPS	AFP-99								
1	Formulación 1	4	4	5	-	1	5	81	Ligeramente transparente, presencia de burbujas	Poco estable	No
2	Formulación 1.1	3	3	10	3	1	5	75	Ligeramente transparente, presencia de burbujas	Poco estable	No
3	Formulación 1.2	3	3	4	0.5	0.5	5	79	Ligeramente transparente, presencia de burbujas	Estable	No
4	Formulación 2	1.5	1.5	5	-	0.5	3	88	Ligeramente transparente	Poco estable	Si
5	Formulación 3	1.5	1.5	4	0.5	1	4	87	Ligeramente transparente	Muy estable	No
6	Formulación 3.1	1	1	7	-	1	5	85	Ligeramente transparente	Poco estable	Si
7	Formulación 4	3.5	3.5	4	-	1	5	83	Ligeramente transparente, presencia de burbujas	Poco estable	No
8	Formulación 5	3	3	4	0.5	1	5	85	Ligeramente transparente, presencia de burbujas	Estable	No
9	Formulación 6	1	1	6	-	1	5	86	Ligeramente transparente	Poco estable	Si
10	Formulación 7	2	2	2.5	0.5	3.75	4	85	Ligeramente transparente	Estable	Si

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.



Se establece cantidades preliminares de plastificante (Glicerina) y almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99, con nivel alto y bajo respectivamente; así como también las proporciones de aditivos de carboximetilcelulosa, gelatina, ácido acético y agua. Al transcurrir cinco días de secado de la mezcla viscosa se obtiene la biopelícula según diseño factorial  $2^2$  Tabla 67-3, donde se evalúa y se elige la que presente mejores características sensoriales; siendo la formulación 7 la más idónea en lo que respecta a transparencia, estabilidad y flexibilidad.

- *Resultados de cantidades de variables y constantes para la obtención de la biopelícula a partir del almidón de dos variedades de cáscara de papa, según diseño factorial  $2^2$*

**Tabla 68-3:** Tabla de variables para la obtención de la biopelícula, según diseño factorial  $2^2$

No.	VARIABLES	CANTIDAD ALMIDÓN NIVEL BAJO		CANTIDAD ALMIDÓN NIVEL ALTO	
		1	ALMIDÓN (g)	CA1	
ACPS	ACPF-99			ACPS	ACPF-99
2	2			2.5	2.5
Total = 4				Total = 5	
2	GLICERINA (mL)	CANTIDAD PLASTIFICANTE (GLICERINA) NIVEL BAJO		CANTIDAD PLASTIFICANTE (GLICERINA) NIVEL ALTO	
		CPG1		CPG2	
		2.5		3	

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

A partir de la formulación 7 se aplica el diseño factorial  $2^k$ , en este caso  $2^2$ : donde k representa a los factores o variables y 2: a su nivel alto y bajo respectivamente Tabla 68-3. Así mismo se determina la cantidad específica de los aditivos, los cuales son constantes en los cuatro tratamientos, pues lo único que varía son las proporciones de almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 y plastificante (Glicerina) Tabla 69-3. Cabe mencionar que la variable de almidón representa la mezcla del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99. Ahora bien, para determinar el porcentaje en peso del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99, y del plastificante (Glicerina), se calcula la densidad de la glicerina y aditivos usados, mediante un picnómetro, seguido a esto se traslada a las unidades de la composición de la biopelícula siendo la unidad en gramos, y se calcula el porcentaje en peso Tabla 72-3.

**Tabla 69-3:** Cantidades y densidades de las constantes/aditivos para la obtención de la biopelícula, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

No.	CONSTANTES / ADITIVOS	UNIDAD	CANTIDAD	DENSIDAD (g/ml)	CANTIDAD (g)
1	ÁCIDO ACETICO	mL	4	1.0091	4.0364
2	GELATINA	mL	0.50	1.0050	0.5025
3	CARBOXIMETIL CELULOSA (CMC)	mL	3.75	1.0065	3.7744
4	AGUA	mL	85	1.0000	85

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Tabla 70-3:** Cantidad y densidad de la variable de glicerina para la obtención de la biopelícula, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

No.	VARIABLE	UNIDAD	CANTIDAD	DENSIDAD (g/mL)	CANTIDAD (g)
1	GLICERINA	mL	2.5	1.2577	3.1443
			3		3.7731

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Tabla 71-3:** Nomenclatura de las cantidades de las variables expresadas en porcentaje peso para la obtención de la biopelícula, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

No.	VARIABLES	PORCENTAJE DE ALMIDÓN NIVEL BAJO		PORCENTAJE DE ALMIDÓN NIVEL ALTO	
		ACPS	ACPF-99	ACPS	ACPF-99
1	ALMIDÓN (%P/P)	PA1		PA2	
2	GLICERINA (%P/P)	PORCENTAJE DE PLASTIFICANTE (GLICERINA) NIVEL BAJO		PORCENTAJE DE PLASTIFICANTE (GLICERINA) NIVEL ALTO	
		PPG1		PPG2	

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Tabla 72-3:** Cantidades de variables y constantes expresadas en porcentaje en peso para la obtención de la biopelícula, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

No.	TRATAMIENTO	VARIABLES (% P/P)			CONSTANTES (% P/P)				
		ALMIDÓN		GLICERINA	GELATINA	CARBOXIMETIL CELULOSA	ÁCIDO ACÉTICO	AGUA	PORCENTAJE TOTAL MEZCLA (%P/P)
		ACPS	ACPF-99						
1	TBP1	1.99	1.99	3.13	0.50	3.76	4.02	84.61	100
2	TBP2	2.46	2.46	3.10	0.50	3.72	3.98	83.78	100
3	TBP3	1.98	1.98	3.73	0.50	3.73	3.99	84.09	100
4	TBP4	2.45	2.45	3.70	0.49	3.70	3.95	83.26	100

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

Cabe destacar que el porcentaje en peso del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99, el porcentaje de plastificante (Glicerina) y porcentaje de aditivos deriva de las cantidades de la Tabla 68-3, Tabla 69-3 y Tabla 70-3.

- Resultados del análisis sensorial de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

**Tabla 73-3:** Resultados del análisis sensorial de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

No.	TRATAMIENTO	VALOR DE LOS NIVELES	FACTORES O VARIABLES		REPETICIÓN	BIOPELÍCULA			
			PORCENTAJE DE ALMIDÓN			PORCENTAJE DE PLASTIFICANTE (GLICERINA)	TRANSPARENCIA	ESTABILIDAD	FLEXIBILIDAD
			ACPS	ACPF-99					
1	TBP1	[-1 ; -1]	PA1	PPG1	R1	Transparente a distancia cercana y Ligeramente Transparente a distancia lejana.	Formó biopelícula estable y fácil de desmoldar .	Si	
					R2				
					R3				
					R4				
2	TBP2	[1 ; -1]	PA2	PPG1	R1	Transparente a distancia cercana y Ligeramente Transparente a distancia lejana.	Formó biopelícula muy estable y fácil de desmoldar .	Si	
					R2				
					R3				
					R4				
3	TBP3	[-1 ; 1]	PA1	PPG2	R1	Transparente a distancia cercana y Ligeramente Transparente a distancia lejana.	Formó biopelícula estable y fácil de desmoldar .	Si	
					R2				
					R3				
					R4				
4	TBP4	[1 ; 1]	PA2	PPG2	R1	Transparente a distancia cercana y Ligeramente Transparente a distancia lejana.	Formó biopelícula muy estable y fácil de desmoldar .	Si	
					R2				
					R3				
					R4				

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

Al aplicar el diseño factorial  $2^2$ , se tienen cuatro tratamientos con cuatro réplicas con un total de dieciséis respectivamente como se muestra en la Tabla 73-3, donde se evalúan las características sensoriales de cada uno; pues se observa que los tratamientos (TBP1, TBP2, TBP3 Y TBP4) a distancia cercana son transparentes y a distancia lejana: ligeramente transparentes, lo cual se puede constatar con el ANEXO D. En lo referente a la estabilidad el TBP1 y TBP3 forman una biopelícula estable, en tanto que el TBP2 y TBP4 muy estable. Aun así las cuatro biopelículas son fáciles de desmoldar y presentan flexibilidad. Como señala Ramírez (2011, p.17) al usar almidón de papa para la elaboración de biopelículas da como resultado películas muy claras o transparentes, flexibles, con dureza y resistencia. Comprobando con los resultados obtenidos en el presente proyecto es similar, pues la fusión del almidón de cáscara de papa Superchola y Friepapa -99 considerados de buena calidad y la adición de aditivos que refuerzan dichas características como la glicerina la cual confiere: flexibilidad, fuerza y resistencia, mientras que el ácido acético mejora la estabilidad, brinda transparencia y retarda el crecimiento microbiano, en tanto que la gelatina mantiene la flexibilidad y conserva el sabor del alimento recubierto, la carboximetilcelulosa refuerza la resistencia e incrementa la vida útil del alimento recubierto (controla la difusión de oxígeno y dióxido de carbono), y el agua interviene como plastificador entre estos, permite obtener una biopelícula con mejores características sensoriales y mecánicas. Es por ello que al comparar con la investigación de Arrieta et al., (2018, p.6) y Parra (2019, pp.40-41) dichos resultados son aceptables de acuerdo al criterio visual y tacto.

- Resultados de la caracterización de la biopelícula obtenida a partir del almidón de cáscara de papa Superchola y Fri papa-99 ( *Solanum tuberosum*) y aditivos, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

✓ Resultados del espesor de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

**Tabla 74-3:** Resultados del espesor de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

No.	TRATAMIENTO	VALOR DE LOS NIVELES	FACTORES O VARIABLES		REPETICIÓN	BIOPELÍCULA						MOLDEO	FORMA PELÍCULA		
			PORCENTAJE DE ALMIDÓN			PORCENTAJE DE PLASTIFICANTE ( GLICERINA)	PESO MEZCLA VISCOSA (g)		PESO BIOPELÍCULA (g)		ESPESOR (mm)				
			ACPS	ACPF-99			INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL	PROMEDIO	INDIVIDUAL			PROMEDIO	
1	TBP1	[-1 ; -1]	PA1	PPG1	R1	69.440	72.208	7.030	6.882	0.106	R1	6.900	0.106	R1	0.100
					R2	74.050					R2	6.870		R2	0.100
					R3	72.050					R3	6.730		R3	0.100
					R4	73.290					R4	7.030		R4	0.125
2	TBP2	[1 ; -1]	PA2	PPG1	R1	70.180	72.203	7.420	7.248	0.134	R1	7.150	0.134	R1	0.138
					R2	71.330					R2	7.380		R2	0.138
					R3	71.380					R3	7.040		R3	0.113
					R4	75.920					R4	7.420		R4	0.150
3	TBP3	[-1 ; 1]	PA1	PPG2	R1	80.660	84.583	6.590	7.335	0.141	R1	7.340	0.141	R1	0.100
					R2	86.750					R2	7.790		R2	0.175
					R3	84.812					R3	7.620		R3	0.175
					R4	86.110					R4	6.590		R4	0.113

4	TBP4	[1 ; 1]	PA2	PPG2	R1	83.950	77.397	8.050	7.970	0.150	0.150	
					R2	75.490		7.920		0.150		
					R3	74.440		7.810		0.150		
					R4	75.706		8.100		0.150		

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

Para obtener el espesor de los cuatro Tratamientos de Biopelícula se determina el peso de mezcla viscosa por tratamiento y al transcurso de 5 días se alcanza el peso de la biopelícula de forma rectángula con un área de 20 cm de largo x 17 cm de ancho. Además, se mide el espesor en diferentes partes de la misma.

En tal virtud se realiza el análisis de Varianza para el espesor de la biopelícula obtenida.

**Tabla 75-3:** Hipótesis para el análisis de varianza del espesor de la biopelícula

No.	HIPÓTESIS
1	Ho: El porcentaje de almidón no tiene efecto significativo en el espesor. HA: El porcentaje de almidón tiene efecto significativo en el espesor.
2	Ho: El porcentaje de plastificante (Glicerina) no tiene efecto significativo en el espesor. HA: El porcentaje de plastificante (Glicerina) tiene efecto significativo en el espesor.

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Tabla 76-3:** Análisis de Varianza para el espesor de la biopelícula

No.	FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GL	CUADRADO MEDIO	Razón-F	Valor-P
1	A:PORCENTAJE DE ALMIDÓN	0.00142506	1	0.00142506	2.45	0.1518
2	B:PORCENTAJE DE PLASTIFICANTE (GLICERINA)	0.00247506	1	0.00247506	4.26	0.0691
3	AB	0.000370563	1	0.000370563	0.64	0.4451
4	bloques	0.000742187	3	0.000247396	0.43	0.7394
5	Error total	0.00523006	9	0.000581118		
6	Total (corr.)	0.0102429	15			

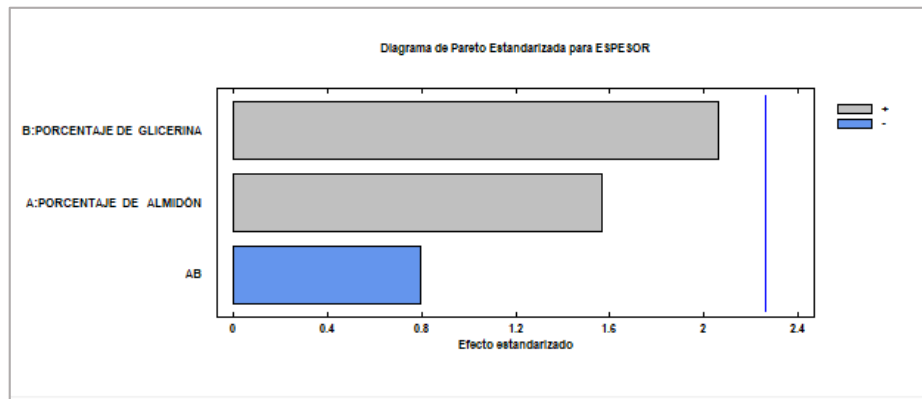
Fuente: Statgraphics Centurion XVII

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

El análisis de varianza para el espesor de la biopelícula determina que no existen diferencias estadísticamente significativas, debido a que el valor de la significancia observada para el porcentaje de almidón y porcentaje de plastificante (Glicerina) son mayores al valor de la significancia predefinida; por lo cual se aceptan las hipótesis nulas y se rechazan las hipótesis alternativas de acuerdo a la Tabla 75-3; es decir que los factores y la interacción AB no tienen efecto estadísticamente significativo en el espesor de la biopelícula, lo cual todos los tratamientos estadísticamente vienen a ser iguales; y eso se evidencia en la Tabla 74-3 Por tal motivo se puede elegir cualquier tratamiento debido a que los valores son similares e incluso todos se encuentran dentro del rango establecido por la norma NTE INEN 2542:2010,



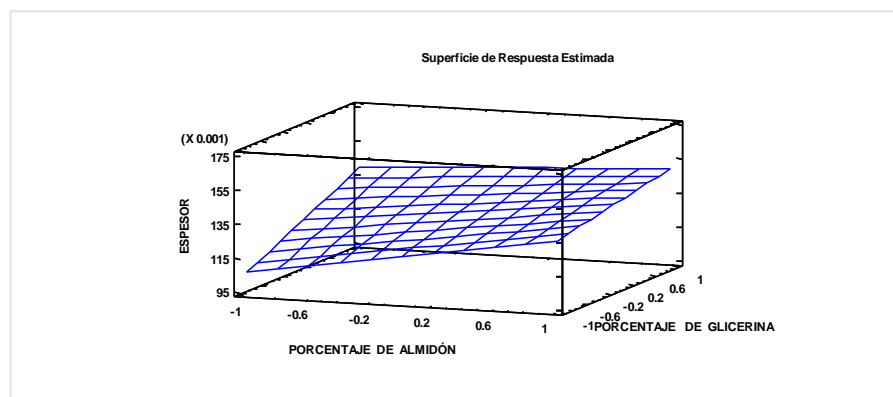
que menciona que el máximo espesor para una lámina plástica plana es de  $\pm 0.2$  mm; cumpliendo los valores de la biopelícula obtenida según diseño factorial  $2^2$  (TBP1, TBP2, TBP3 y TBP4) mismos que se encuentran en el rango establecido (0.106 - 0.150) mm para ser consideradas películas plásticas. Ahora bien, para seleccionar el tratamiento más idóneo se tomará en consideración los resultados de su caracterización, y el que presente mayores características que cumpla con el rango estándar establecido, será el seleccionado.



**Gráfico 7-3.** Diagrama de Pareto Estandarizado para el espesor

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

En el Gráfico 7-3 se advierte claramente que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los factores y la interacción, pues las barras no superan la línea vertical azul. Sin embargo, el que tiene mayor efecto en el espesor es el porcentaje de plastificante (Glicerina), seguido el porcentaje de almidón y por último la interacción de AB.



**Gráfico 8-3.** Superficie de respuesta estimada para el espesor

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

En el Gráfico 8-3 se advierte que mientras se aumenta el porcentaje de almidón y el porcentaje de plastificante (Glicerina), el espesor es mayor. Es por ello que el TBP4 con un valor de niveles [1; 1] tienen mayor espesor respecto al TBP3, TBP2 Y TBP1 como lo indica la Tabla 74-3.

✓ *Resultados del porcentaje de humedad de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2<sup>2</sup>*

**Tabla 77-3:** Resultados del porcentaje de humedad de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

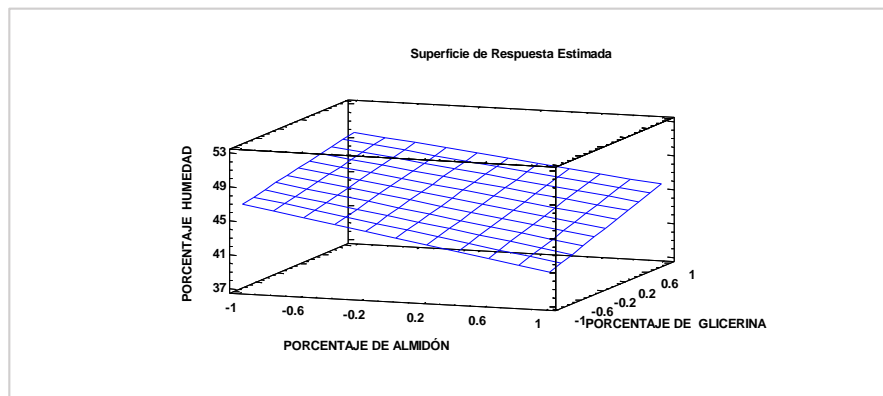
No.	TRATAMIENTO	VALOR DE LOS NIVELES	FACTORES O VARIABLES	REPETICIÓN	HUMEDAD (%)		INCERTIDUMBRE U K=2
					INDIVIDUAL	PROMEDIO	
1	TBP1	[-1;-1]	PA1:PPG1	R1	47.619	46.868	± 2.34
				R2	47.222		
				R3	45.763		
2	TBP2	[1;-1]	PA2:PPG1	R1	37.500	40.876	± 2.04
				R2	43.860		
				R3	41.270		
3	TBP3	[-1;1]	PA1:PPG2	R1	45.455	49.872	± 2.49
				R2	51.923		
				R3	52.239		
4	TBP4	[1;1]	PA2:PPG2	R1	43.750	45.757	± 2.29
				R2	47.368		
				R3	46.154		

- Incertidumbre, realizado por: (Álvarez, M. 2022).

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

En la Tabla 77-3 se advierte que las variables: porcentaje de almidón y porcentaje de plastificante (Glicerina), tienen efecto significativo en el porcentaje de humedad de la biopelícula obtenida, siendo el porcentaje de almidón el que presenta mayor efecto en relación a la glicerina. Es así que el TBP3 posee un porcentaje de humedad mayor respecto al TBP1, TBP4 y TBP2, esto debido a que contiene menor porcentaje de almidón (3.96%) y mayor porcentaje de plastificante (Glicerina) (3.73%), misma que absorbe humedad del ambiente por su carácter higroscópico (Chapuel y Reyes, 2019: p.32), incrementando así su humedad (49.872%). Según Wang et al., (2013, p.38) en su artículo manifiesta que con un rango de humedad entre (25.95 - 42.71) % se puede aplicar la biopelícula para embalaje de alimentos; por lo tanto el TBP2 al ser el único que presenta menor humedad y al estar dentro de los valores de referencia, se lo considera idóneo (40.876%) para cubrir alimentos en relación a los demás tratamientos; pues en su

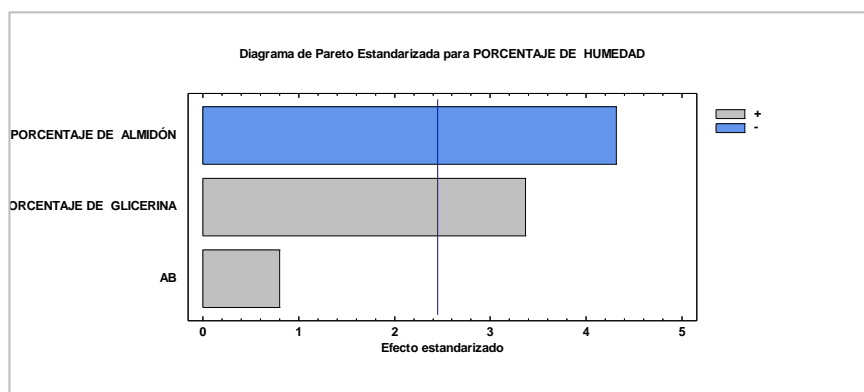
composición posee mayor porcentaje de almidón (4.92%) y menor porcentaje de plastificante (Glicerina) (3.10%). A pesar de ello, los cuatro valores del porcentaje de humedad de la presente investigación se encuentran en el rango fijado por Charro (2015, p.53) (35.0% - 60.59%). Según Guamán (2019, p.49) indica que las diferencias de los valores del porcentaje de humedad, está relacionada con los componentes que se elabora cada biopelícula. En tanto que Parzanese (2009, p.9) establece que se debe controlar apropiadamente la velocidad de secado, temperatura de este, y la humedad para tener una biopelícula de calidad (consistencia, transparencia, propiedades mecánicas).



**Gráfico 9-3.** Superficie de respuesta para el porcentaje de humedad

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

En el Gráfico 9-3 se advierte claramente que a mayor porcentaje de almidón y menor porcentaje de plastificante (Glicerina), se tiene menor porcentaje de humedad. Por tal razón, el TBP2 es el que posee menor porcentaje de humedad con un valor de niveles [1; -1], en relación al TBP4, TBP1 y TBP3; como señala la Tabla 77-3.



**Gráfico 10-3.** Diagrama de Pareto Estandarizado para la humedad

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

El Gráfico 10-3 muestra que existe diferencia estadísticamente significativa entre los factores al atravesar la línea vertical azul; es decir que ambos tienen efecto sobre la variable de respuesta (Porcentaje de humedad). No obstante, el factor que tiene mayor efecto es el porcentaje de almidón, seguido el porcentaje de plastificante (Glicerina) y la interacción entre estos no presenta diferencia estadísticamente significativa.

✓ *Resultados del porcentaje de solubilidad de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2<sup>2</sup>*

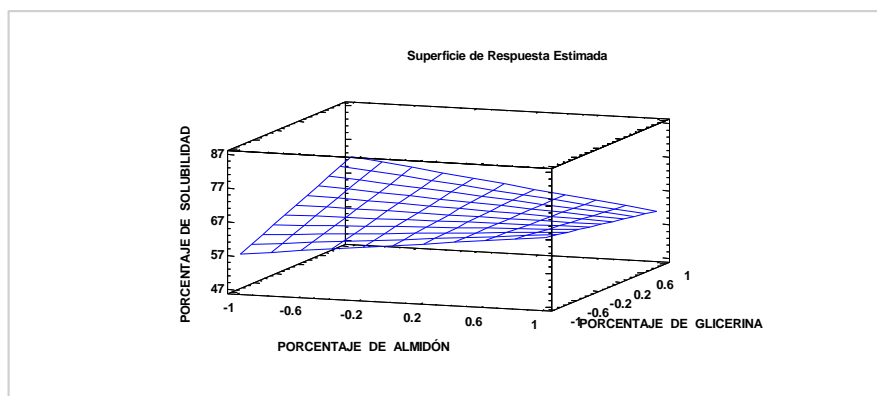
**Tabla 78-3:** Resultados del porcentaje de solubilidad de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

No.	TRATAMIENTO	VALOR DE LOS NIVELES	FACTORES O VARIABLES	REPETICIÓN	SOLUBILIDAD (%)	
					INDIVIDUAL	PROMEDIO
1	TBP1	[-1;-1]	PA1:PPG1	R1	47.727	57.247
				R2	55.263	
				R3	68.750	
2	TBP2	[1;-1]	PA2:PPG1	R1	80.000	67.179
				R2	59.375	
				R3	62.162	
3	TBP3	[-1;1]	PA1:PPG2	R1	75.000	72.500
				R2	80.000	
				R3	62.500	
4	TBP4	[1;1]	PA2:PPG2	R1	66.667	61.270
				R2	60.000	
				R3	57.143	

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

Los valores de la Tabla 78-3 indican que el TBP3 (72.5%) tiene mayor solubilidad en relación a los otros, puesto que en su composición presenta bajo porcentaje de almidón (3.96%) y alto porcentaje de plastificante (Glicerina) (3.73%); pues según Laohakunjit y Noomhorm (2004, p.348) indican que el incremento de la solubilidad de una biopelícula está relacionado con el aumento del plastificante (Glicerina) por su carácter hidrofílico lo cual se evidencia en el TBP3. No obstante Ortiz (2019, p.81) sostiene que el carácter higroscópico del almidón está ligado a una alta solubilidad siendo sus valores similares (56.9-64.6) % a los reportados en este estudio. Cabe destacar que la selección de la mejor biopelícula obtenida en el presente proyecto, con respecto al porcentaje de solubilidad con aplicación para recubrir alimentos se da en base a lo que mencionan Charro (2015, p.68) y Trujillo (2014, p.75-76) donde afirman que si una biopelícula es muy soluble su aplicación será para recubrimiento de cápsulas y cubierta comestible;

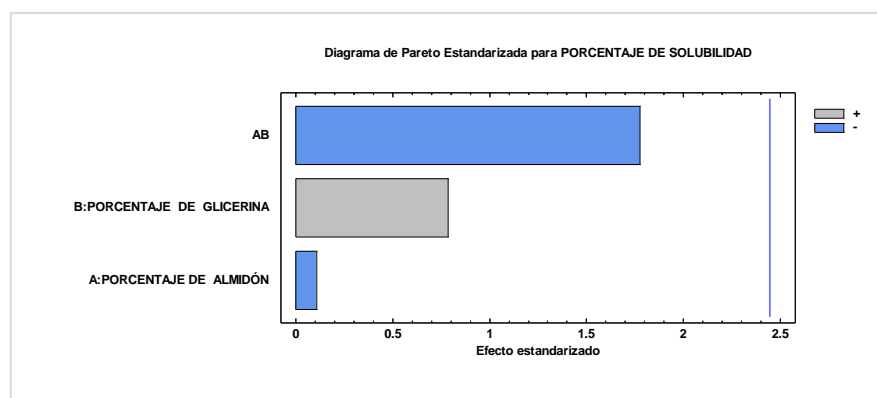
mientras que si no se disuelve con facilidad y mantiene su integridad estructural, será útil para cubrir alimentos como: frutas. Entonces el TBP3 es el que posee mayor solubilidad respecto al resto, razón por la cual es descartado para recubrir alimentos. Mientras que el TBP1, TBP4 y TBP2, se los puede considerar como recubrimiento para alimentos, puesto que presentan valores menores al 72.5%. Sin embargo Romero et al., (2011; citados en Chapuel y Reyes, 2019) manifiesta que una biopelícula que posee un rango entre (62.10 - 68.84) % puede ser aplicada para recubrir alimentos que tengan contenido de humedad media. A sí pues el TBP2 (67.179%) es el que se encuentra dentro de este rango establecido y su aplicación sería para ese tipo de alimentos. En definitiva la elección de la biopelícula de acuerdo a su Porcentaje de solubilidad, radica en su posterior uso.



**Gráfico 11-3.** Superficie de respuesta estimada para el porcentaje de solubilidad

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

El Gráfico 11-3 muestra claramente que a medida que disminuye el porcentaje de almidón y se incrementa el porcentaje de plastificante (Glicerina), aumenta el porcentaje de solubilidad. Por tal motivo el TBP3 es el que tiene mayor Porcentaje de solubilidad con un valor de niveles de [-1,1]. Con respecto al TBP2, TBP4 y TBP1, como muestra la Tabla 78-3.



**Gráfico 12-3.** Diagrama de Pareto Estandarizado para la solubilidad

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

En el Gráfico 12-3 se observa que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los factores pues estos no sobrepasan la línea vertical azul. Aun así, la interacción entre AB tiene mayor efecto, seguido a esta el porcentaje de plastificante (Glicerina) y almidón, en la variable de respuesta (Porcentaje de solubilidad).

✓ *Resultados de la permeabilidad al vapor de agua de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2<sup>2</sup>*

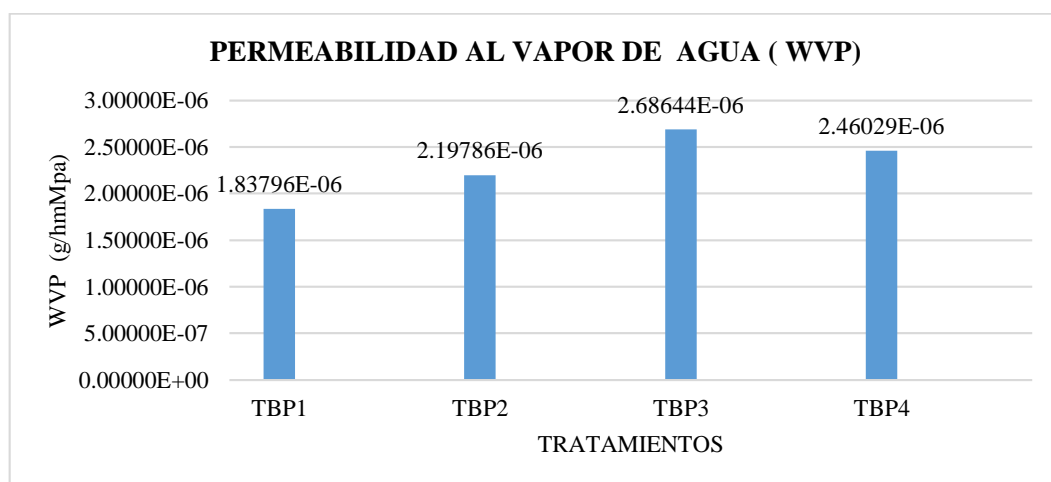
**Tabla 79-3:** Resultados de la permeabilidad la vapor de agua de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

No.	TRATAMIENTO	PESO PROMEDIO (g)		TIEMPO (h)	ÁREA BIOPELÍCULA EXPUESTA (m <sup>2</sup> )	WVTR (g/h * m <sup>-2</sup> )	ESPESOR PROMEDIO (m)	ΔP (Mpa)	PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA (g * h <sup>-1</sup> * m <sup>-1</sup> * Mpa <sup>(-1)</sup> )
		Inicial	Final						
1	TBP1	Peso Inicial	35.038	6	1.863	0.003042	0.0001060	0.17544	1.83796E-06
		Peso Final	35.072						
2	TBP2	Peso Inicial	35.782		1.911	0.002878	0.0001340		2.19786E-06
		Peso Final	35.815						
3	TBP3	Peso Inicial	35.082		1.911	0.003343	0.0001410		2.68644E-06
		Peso Final	35.120						
4	TBP4	Peso Inicial	35.369		1.911	0.002878	0.0001500		2.46029E-06
		Peso Final	35.402						

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

En la Tabla 79-3 se advierte que el TBP3 es el que posee mayor permeabilidad (2.68644E-06 (g \* h<sup>-1</sup> \* m<sup>-1</sup> \* Mpa<sup>(-1)</sup>), debido a que en su formulación contiene menor porcentaje de almidón (3.96%) y mayor porcentaje de plastificante (Glicerina) (3.73%), en relación al TBP4 (4.90% de almidón y 3.70% de glicerina), el TBP2 (4.92% de almidón y 3.10% de glicerina) y TBP1 (3.98% de almidón y 3.13% de glicerina). Lo que indica que las variables del porcentaje de plastificante (Glicerina) y almidón tienen efecto en la WVP: aun así el

porcentaje de plastificante (Glicerina) lo tiene más, puesto que a niveles altos de glicerina TBP3 y TBP4 ( 3.73 y 3.70) % con un aumento de espesor ( 0.0001410 y 0.0001500) m, la permeabilidad al Vapor de agua (WVP) es mayor respecto a los niveles bajos de glicerina TBP1 y TBP2 (3.13 y 3.10) % con una disminución de espesor (0.0001060 y 0.0001340) m, esto se da por el carácter hidrofílico del plastificante en mayor cantidad y el valor del espesor que tienden a incrementar la Permeabilidad al Vapor de Agua (WVP) según lo manifestado por Zamudio (2014, p.14) y Argueta y Trujillo (2019: p.17). De acuerdo con Jasse et al., (1994, p.2) menciona que una baja permeabilidad y/o solubilidad es una condición fundamental para la conservación o vida útil del alimento en lo que refiere a sus características (químicas, físicas, organolépticas y sanitarias) evitando así cambios en el olor, color y sabor. Con lo antes mencionado se puede considerar al TBP1 y TBP2 como idóneos para recubrir alimentos, pues cumplen con el requisito de poseer menor permeabilidad y menor porcentaje de solubilidad, respecto al TBP3 y TBP4; es decir que los tratamientos seleccionados indican ser un buen regulador de la circulación de humedad desde el alimento hacia el ambiente y a la inversa, lo cual permite tener productos de calidad. Cabe destacar que el TBP2 al poseer un valor de solubilidad dentro del rango establecido por Romero et al., (2011; citados en Chapuel y Reyes, 2019) su aplicación específica se da para recubrir alimentos de humedad intermedia. Así pues, los resultados de permeabilidad al vapor de agua obtenidos en el presente estudio fueron satisfactorios con respecto a Charro (2015, p.62) que presenta valores mayores (0.11119-0.1766) g/hmMpa, esta diferencia está asociada a la composición de la biopelícula. Según Zamudio (2014, pp.62-63) señala que un exceso de reducción de intercambio de gases o baja concentración de oxígeno provoca una fermentación anaeróbica en el alimento, lo cual produce sabor alcohólico.



**Gráfico 13-3.** Permeabilidad de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

✓ *Resultados de las propiedades mecánicas de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2<sup>2</sup>*

**Tabla 80-3:** Resultados de las propiedades mecánicas de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

No.	TRATAMIENTO	MÓDULO ELASTICIDAD (Mpa)	CARGA DE FLUENCIA (N)	ESFUERZO DE FLUENCIA (Mpa)	CARGA MÁXIMA (N)	ESFUERZO MÁXIMO (Mpa)	ELONGACIÓN (%)
1	TBP1	3.63E+00	1.11	1.32	1.29	1.52	5.64
2	TBP2	3.57E+00	1.47	1.46	1.68	1.66	7.92
3	TBP3	2.84E+00	0.96	0.77	1.11	0.89	8.20
4	TBP4	3.67E+00	1.15	1.12	1.34	1.31	7.04

- ANEXO J; Laboratorio Ensayo de Materiales (LEnMaV)

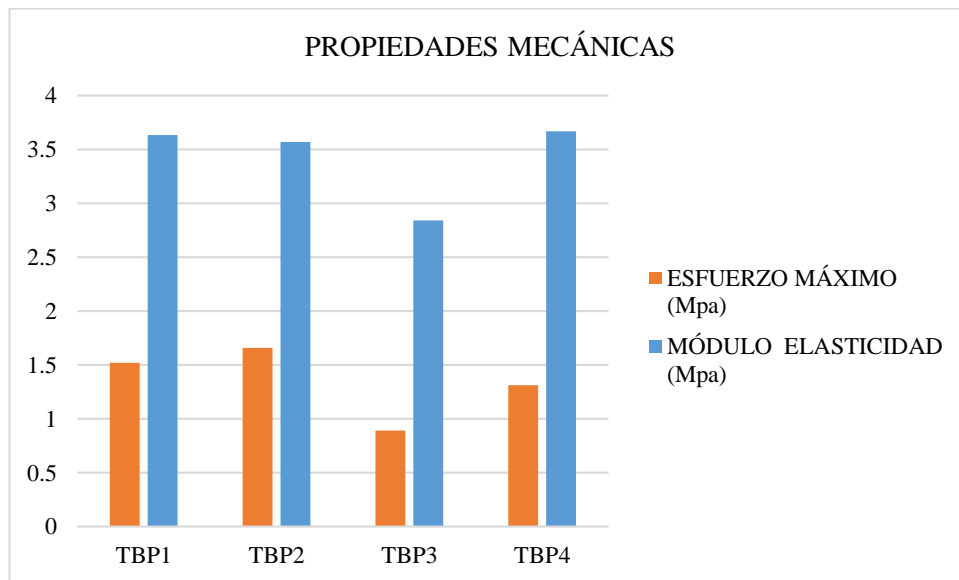
**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

En la Tabla 80-3 se advierte que el porcentaje de elongación de las cuatro probetas Tipo A (TBP1, TBP2, TBP3 y TBP4) son satisfactorios, pues cumplen con el rango establecido por la norma ASTM D-638 que oscila entre (5 - 50) %, no así los valores de esfuerzo máximo (3 - 140) Mpa, que están fuera de rango. De acuerdo con Cortés et al., (2014, p.92) señala que las propiedades mecánicas de la biopelícula se ven afectadas por el tipo y cantidad de plastificante en la formulación. Además, Dias et al., (2005, p.945) manifiesta que el aumento del porcentaje de plastificante (Glicerina) genera, mayor porcentaje de elongación y disminución en el esfuerzo máximo y módulo de elasticidad o Young. Es así que lo antes citado se evidencia en la probeta del TBP3 misma que contiene menor porcentaje de almidón y mayor plastificante donde su porcentaje de elongación es mayor, en tanto que su esfuerzo máximo (0.89 Mpa) y módulo de elasticidad (Mpa) es menor respecto al resto de tratamientos. Sin embargo, los valores del porcentaje de elongación y esfuerzo máximo reportados por Feng y Sun (2004: p.1447) oscilan entre (2.7-5.2) % y (61.6 - 30) Mpa, lo que indica que las cuatro probetas obtenidas en la presente investigación poseen alta capacidad de flexibilidad, pero menor resistencia al estiramiento respecto a la película de Feng y Sun (2004: p.1447). Aun así, el esfuerzo máximo de las probetas (TBP1, TBP2, TBP3 y TBP4) son mayores a los reportados por García (2015, p.27) (0.31-0.25) Mpa; es decir que los tratamientos de biopelículas obtenidas son más resistentes en comparación a las de García (2015, p.27). Entonces se advierte que la probeta del TBP2 tiene el mayor esfuerzo máximo en relación al resto de tratamientos y es cercano a lo que indica la norma ASTM



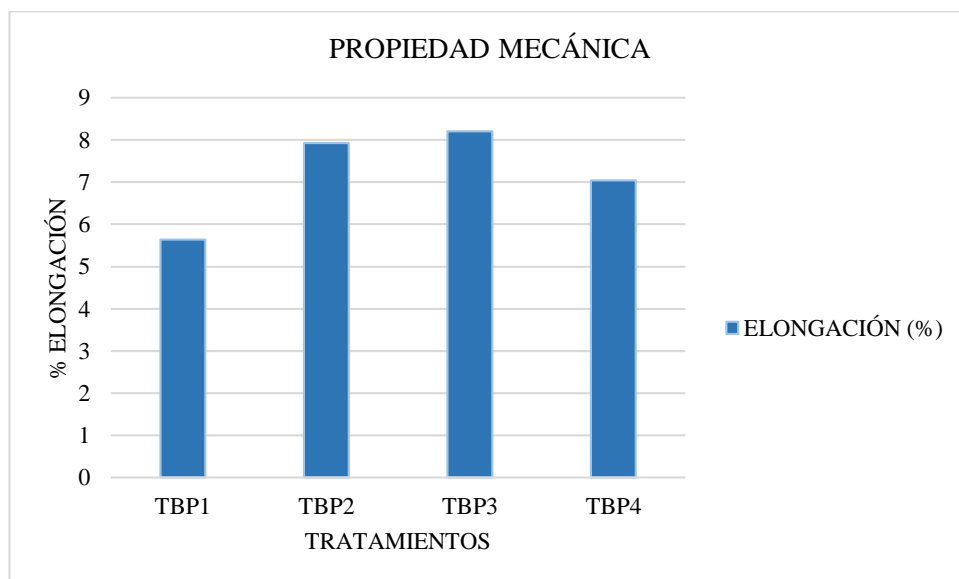
D-638 (3-140) Mpa e incluso cumple con el porcentaje de elongación; por ello vendría a ser la mejor opción, y se sugiere que en estudios posteriores se realice una modificación del porcentaje de plastificante, para conseguir mayor esfuerzo máximo que es lo que le hace falta para estar dentro del rango de la norma ASTM D-638, para que sea una biopelícula con propiedades similares a los plásticos derivados del petróleo.

Cabe indicar que la realización de las propiedades mecánicas en un material es importante porque permite conocer su resistencia y aplicación a nivel industrial (Holguin, 2019, p.35).



**Gráfico 14-3.** Propiedades Mecánicas

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.



**Gráfico 15-3.** Propiedad mecánica

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

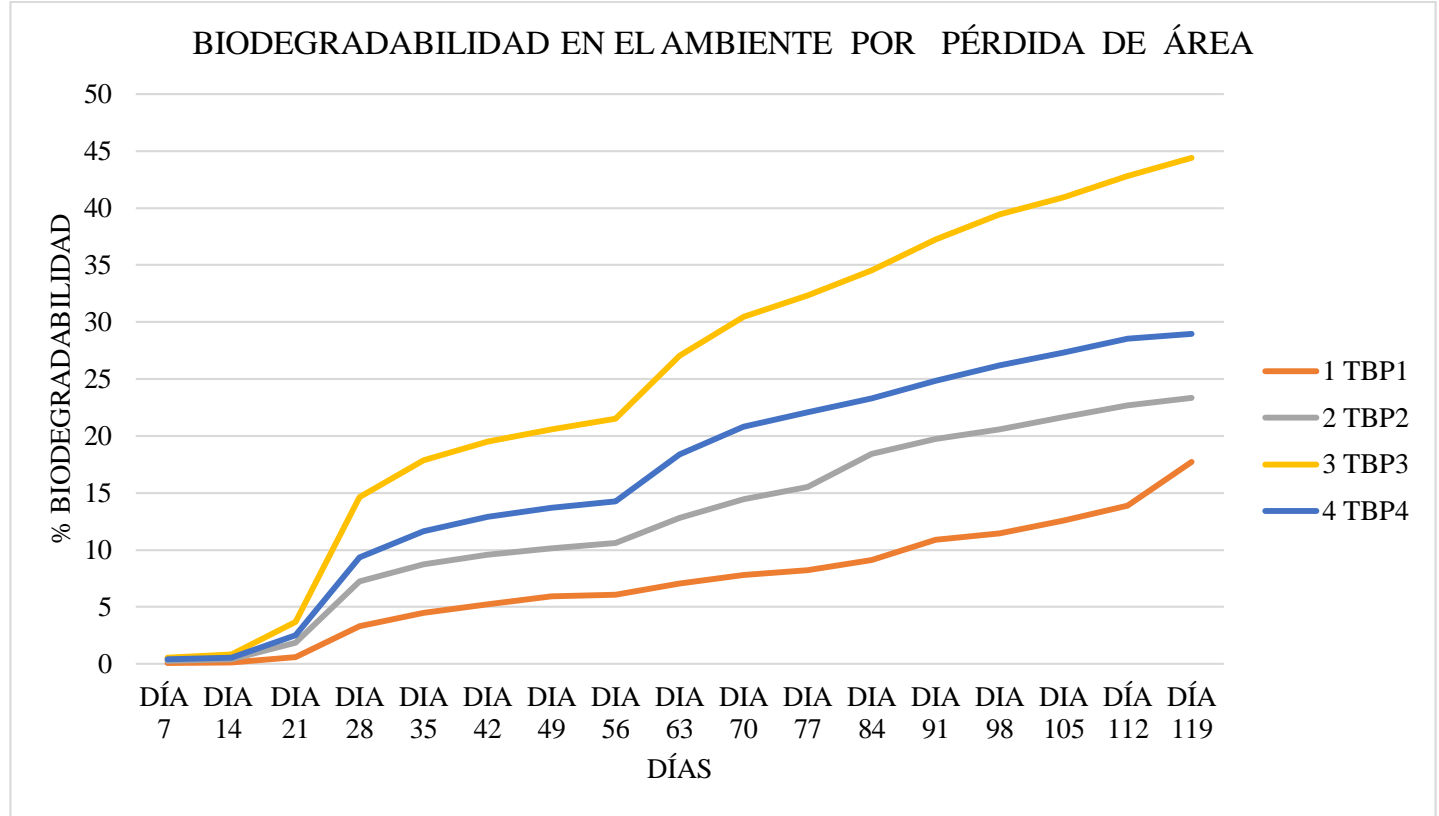
✓ *Resultados del porcentaje de biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el ambiente, según diseño factorial 2<sup>2</sup>*

**Tabla 81-3:** Resultados de la biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el ambiente, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

No.	TRATAMIENTO	PORCENTAJE PROMEDIO DE LA BIODEGRADABILIDAD EN EL AMBIENTE POR PÉRDIDA DE ÁREA (%)																
		DÍA 7	DIA 14	DIA 21	DIA 28	DIA 35	DIA 42	DIA 49	DIA 56	DIA 63	DIA 70	DIA 77	DIA 84	DIA 91	DIA 98	DIA 105	DÍA 112	DÍA 119
1	TBP1	0.079	0.119	0.603	3.325	4.468	5.219	5.939	6.087	7.058	7.817	8.217	9.130	10.910	11.452	12.583	13.883	17.713
2	TBP2	0.288	0.398	1.859	7.226	8.731	9.573	10.157	10.594	12.818	14.468	15.542	18.423	19.716	20.560	21.653	22.683	23.340
3	TBP3	0.536	0.839	3.693	14.636	17.854	19.501	20.593	21.509	27.063	30.479	32.336	34.535	37.263	39.432	40.948	42.799	44.401
4	TBP4	0.394	0.565	2.527	9.354	11.643	12.919	13.682	14.286	18.389	20.830	22.102	23.283	24.856	26.221	27.310	28.534	28.944

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.





En la Tabla 81-3 y Gráfico 16-3 se advierte que los cuatro tratamientos presentan porcentaje de biodegradabilidad en el ambiente. No obstante, existe diferencias entre ellos por su composición. Además, el TBP3 es el que presenta mayor porcentaje de biodegradabilidad (44.401%), seguido a este el TBP4, TBP2 y TBP1. Lo que indica que aproximadamente en 9 meses se degradará por completo, mientras que para el TBP4 en (13 meses), para el TBP2 en (17 meses) y TBP1 en (22 meses). Cabe resaltar que para esta prueba se realiza el seguimiento diario de la temperatura ambiente, porque el porcentaje de biodegradabilidad está estrechamente relacionado con ella. Pues a partir del día 1 al 119 la temperatura ambiente promedio en el Cantón Chambo, provincia de Chimborazo fue de 14 °C donde se tuvo días: mayormente nublado, nublado, parcialmente nublado lluvioso, lluvia débil, chubasco, soleado, llovizna débil, ceniza volcánica, y bancas de niebla: esto afecta en las características sensoriales de la biopelícula, pues pierde flexibilidad, disminuye de tamaño, se vuelve quebradiza y rígida. Cabe destacar que el TBP3 presenta menor porcentaje de almidón y mayor porcentaje plastificante (Glicerina) respecto al resto.



**Gráfico 16-3.** Porcentaje de biodegradabilidad en el ambiente








**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Tabla 82-3:** Apariencia de la biodegradabilidad por pérdida de área en el ambiente de la biopelícula, según diseño factorial 2<sup>2</sup> del día 7 al 42

No.	TRATAMIENTO	APARIENCIA DE LA BIODEGRADABILIDAD POR PÉRDIDA DE ÁREA EN EL AMBIENTE DE LA BIOPELÍCULA OBTENIDA					
		DÍA 7	DIA 14	DIA 21	DIA 28	DIA 35	DIA 42
1	TBP1						
2	TBP2						
3	TBP3						
4	TBP4						











Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Tabla 83-3:** Apariencia de la biodegradabilidad por pérdida de área en el ambiente de la biopelícula, según diseño factorial 2<sup>2</sup> del día 49 al 84

No.	TRATAMIENTO	APARIENCIA DE LA BIODEGRADABILIDAD POR PÉRDIDA DE ÁREA EN EL AMBIENTE DE LA BIOPELÍCULA OBTENIDA					
		DÍA 49	DIA 56	DIA 63	DIA 70	DIA 77	DIA 84
1	TBP1						
2	TBP2						
3	TBP3						
4	TBP4						

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Tabla 84-3:** Apariencia de la biodegradabilidad por pérdida de área en el ambiente de la biopelícula, según diseño factorial 2<sup>2</sup> del día 91 al 119

No.	TRATAMIENTO	APARIENCIA DE LA BIODEGRADABILIDAD POR PÉRDIDA DE ÁREA EN EL AMBIENTE DE LA BIOPELÍCULA OBTENIDA				
		DÍA 91	DIA 98	DIA 105	DIA 112	DIA 119
1	TBP1					
2	TBP2					
3	TBP3					
4	TBP4					

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

✓ Resultados del porcentaje de biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el agua, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

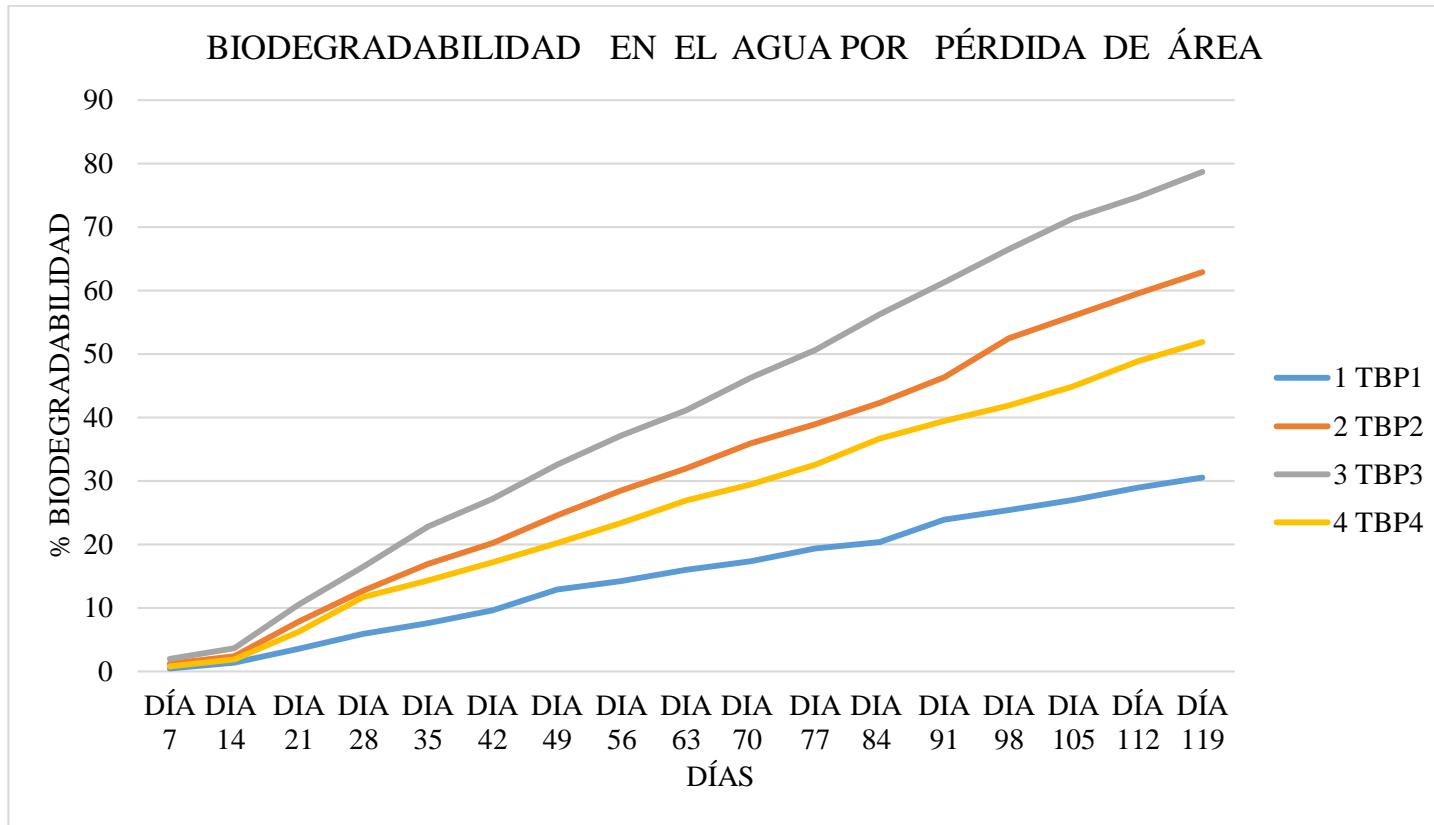
**Tabla 85-3:** Resultados del porcentaje de biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el agua, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

No.	TRATAMIENTO	PORCENTAJE PROMEDIO DE LA BIODEGRADABILIDAD EN EL AGUA POR PÉRDIDA DE ÁREA (%)																
		DÍA 7	DIA 14	DIA 21	DIA 28	DIA 35	DIA 42	DIA 49	DIA 56	DIA 63	DIA 70	DIA 77	DIA 84	DIA 91	DIA 98	DIA 105	DÍA 112	DÍA 119
1	TBP1	0.443	1.348	3.563	5.913	7.601	9.604	12.886	14.266	15.998	17.298	19.342	20.343	23.909	25.389	27.015	28.959	30.514
2	TBP2	1.177	2.355	7.875	12.724	16.927	20.227	24.528	28.503	31.922	35.905	38.931	42.278	46.353	52.420	55.988	59.540	62.863
3	TBP3	1.970	3.654	10.498	16.489	22.808	27.140	32.526	37.198	41.154	46.227	50.630	56.203	61.245	66.455	71.359	74.749	78.657
4	TBP4	0.824	1.845	6.220	11.726	14.313	17.131	20.164	23.360	26.908	29.455	32.536	36.695	39.393	41.843	44.894	48.825	51.860

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

La Tabla 85-3 señala que los cuatro tratamientos presentan porcentaje de biodegradabilidad en el agua, no obstante, existe diferencias entre ellos por su composición. Además, el TBP3 es el que presenta mayor porcentaje de biodegradabilidad (78.657%), seguido a este el TBP2, TBP4 y TBP1. Lo que indica que aproximadamente en 5 meses se degradará por completo, mientras que para el TBP2 en (6 meses), para el TBP4 en (7 meses) y TBP1 en (13 meses). Es preciso mencionar que el agua usada para la biodegradabilidad de los tratamientos es de grifo, adaptando así a condiciones reales. Además, el TBP3 es el que presenta menor porcentaje de almidón y mayor porcentaje de plastificante (Glicerina) respecto al resto.

En la Tabla 86-3 se observa que al día 21 ocurre la desintegración interna de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2<sup>2</sup>, pero mantiene el área.






**Gráfico 17-3.** Porcentaje de biodegradabilidad en el agua

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.



























**Tabla 86-3:** Apariencia de la biodegradabilidad por pérdida de área en el agua de la biopelícula, según diseño factorial 2<sup>2</sup> del día 7 al 42

No.	TRATAMIENTO	APARIENCIA DE LA BIODEGRADABILIDAD POR PÉRDIDA DE ÁREA EN EL AGUA DE LA BIOPELÍCULA OBTENIDA					
		DÍA 7	DIA 14	DIA 21	DIA 28	DIA 35	DIA 42
1	TBP1						
2	TBP2						
3	TBP3						
4	TBP4						





















Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Tabla 87-3:** Apariencia de la biodegradabilidad por pérdida de área en el agua de la biopelícula, según diseño factorial 2<sup>2</sup> del día 49 al 84

No.	TRATAMIENTO	APARIENCIA DE LA BIODEGRADABILIDAD POR PÉRDIDA DE ÁREA EN EL AGUA DE LA BIOPELÍCULA OBTENIDA					
		DÍA 49	DIA 56	DIA 63	DIA 70	DIA 77	DIA 84
1	TBP1						
2	TBP2						
3	TBP3						
4	TBP4						

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Tabla 88-3:** Apariencia de la biodegradabilidad por pérdida de área en el agua de la biopelícula, según diseño factorial 2<sup>2</sup> del día 91 al 119

No.	TRATAMIENTO	APARIENCIA DE LA BIODEGRADABILIDAD POR PÉRDIDA DE ÁREA EN EL AGUA DE LA BIOPELÍCULA OBTENIDA				
		DÍA 91	DIA 98	DIA 105	DIA 112	DIA 119
1	TBP1					
2	TBP2					
3	TBP3					
4	TBP4					

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

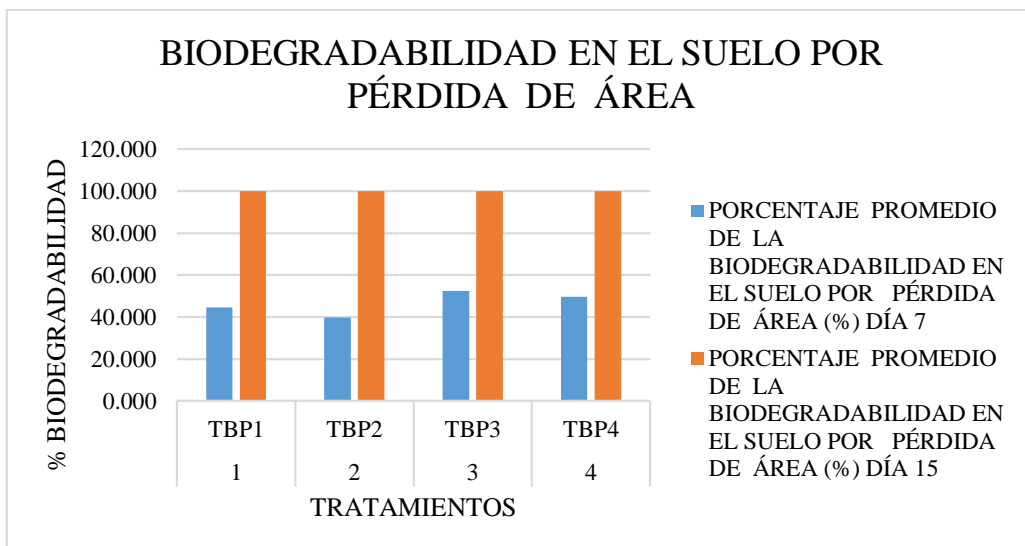
✓ *Resultados del porcentaje de biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el suelo, según diseño factorial 2<sup>2</sup>*

**Tabla 89-3:** Resultados del porcentaje de biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula en el suelo, según diseño factorial

No.	TRATAMIENTO	PORCENTAJE PROMEDIO DE LA BIODEGRADABILIDAD EN EL SUELO POR PÉRDIDA DE ÁREA (%)	
		DÍA 7	DÍA 15
1	TBP1	44.634	100
2	TBP2	39.770	100
3	TBP3	52.544	100
4	TBP4	49.751	100

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.









La Tabla 89-3 muestra que en la primera semana los tratamientos que poseen un nivel alto de porcentaje de plastificante (Glicerina) son los que presentan mayor biodegradabilidad en comparación con los que tienen bajo nivel de plastificante (Glicerina), siendo el TBP3 el que presenta mayor biodegradabilidad (52.544%). Aun así al día 15 los cuatro tratamientos alcanzaron el 100% de biodegradabilidad; lo que indica que todos ellos, cumplen con lo establecido por la norma europea EN 13432:2002 (en 6 meses se debe degradar como mínimo el 90%); considerándose a la biopelícula obtenida según diseño factorial 2<sup>2</sup> como embalaje compostable. Desde la posición de García (2015, p.32) la presencia de microorganismos hace referencia al proceso enzimático de estos, después de haber atacado a la biopelícula, convirtiéndola en agua, CO<sub>2</sub> y humos. Entonces esto es satisfactorio, puesto que en el momento de control se observó a microorganismos traspasando el área de la biopelícula, así como en su superficie y alrededor de esta; por lo antes expuesto indica que la biopelícula obtenida es biodegradable ANEXO F. Además, podría usarse como abono orgánico, por ser compostable.



**Gráfico 18-3.** Porcentaje de biodegradabilidad en el suelo

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Tabla 90-3:** Apariencia de la biodegradabilidad por pérdida de área en el suelo de la biopelícula, según diseño factorial  $2^2$  del día 7 al 15

N°	TRATAMIENTO	APARIENCIA DE LA BIODEGRADABILIDAD POR PÉRDIDA DE ÁREA EN EL SUELO/COMPOSTAJE DE LA BIOPELÍCULA OBTENIDA	
		DÍA 7	DIA 15
1	TBP1		
2	TBP2		
3	TBP3		
4	TBP4		

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

A manera general se advierte que la biopelícula obtenida a partir del diseño factorial 2<sup>2</sup>, tiene una degradación mayor en el suelo, seguido a esta en el agua y finalmente en el ambiente; siendo el TBP3 el que se biodegrada con mayor rapidez en el agua y ambiente, durante los días de prueba. A esto se le atribuye la composición de cada formulación con nivel bajo y alto del porcentaje de almidón y plastificante (Glicerina) donde su carácter higroscópico e hidrofílico contribuyen a la biodegradabilidad de la biopelícula, considerándose como embalaje compostable y biodegradable. Es preciso mencionar que para llevar a cabo la biodegradación natural de contaminantes, debe generarse una serie de circunstancias. Además de existir condiciones primordiales para el crecimiento de microorganismos como: la temperatura, humedad, oxígeno, los nutrientes y el pH. Del mismo modo la disponibilidad, concentración, composición de los contaminantes y /o características químicas o físicas del espacio contaminado, influyen en este proceso (Montras y Vicent, 2002; citados en García, 2015). Lo antes señalado se evidenció en las pruebas realizadas, donde la temperatura ambiente promedio en el Cantón Chambo, provincia de Chimborazo fue de 14 °C durante los días de la prueba, con un clima variado: mayormente nublado, nublado, parcialmente nublado lluvioso, lluvia débil, chubasco, soleado, llovizna débil, ceniza volcánica, y bancas de niebla; estas condiciones ambientales fueron las mismas para las tres pruebas; pues se realizaron paralelamente. Conforme a Rosales (2016, p.35) señala que en su estudio el porcentaje de biodegradabilidad del bioplástico en el agua es de (1 mes), en el suelo (1 mes y medio) y a la intemperie (2 meses), comparando con los resultados obtenidos del TBP1, TBP2, TBP3 y TBP4 el porcentaje de biodegradabilidad en el suelo para este estudio se da en menor tiempo (15 días), no obstante, en el agua para el TBP1 (13 meses), TBP2 (6 meses), TBP3 (5 meses) y TBP4 (7 meses); y en el ambiente para el TBP1 (22 meses), TBP2 (17 meses), TBP3 (9 meses) y TBP4 (13 meses): son mayores en relación a lo manifestado por Rosales (2016, p.35). Estas diferencias se dan debido a que poseen diferente composición, propiedades mecánicas y condiciones ambientales.

✓ *Resultados del tiempo de vida útil del alimento recubierto con la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2<sup>2</sup> mediante análisis sensorial*

**Tabla 91-3:** Escala hedónica empleada para el análisis sensorial de la biopelícula obtenida según diseño factorial 2<sup>2</sup> en el recubrimiento de fresas

No.	GRADO DE ACEPTACIÓN	PUNTOS
1	Me desagrada mucho	1
2	Me desagrada levemente	2
3	No me agrada ni desagrada	3
4	Me agrada levemente	4
5	Me agrada mucho	5

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Tabla 92-3:** Resultados del tiempo de vida útil de la fresa sin y con recubrimiento de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2<sup>2</sup> mediante análisis sensorial

No.	DÍA	MUESTRA / TRATAMIENTO	CARACTERÍSTICA SENSORIAL				EXISTENCIA DE HONGO	
			OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA	SI	NO
1	1	FSE	5	5	5	5		X
		TBP1	5	5	4	5		X
		TBP2	5	5	5	5		X
		TBP3	5	5	4	4		X
		TBP4	5	4	5	5		X
2	2	FSE	5	5	5	5		X
		TBP1	5	4	4	5		X
		TBP2	5	5	5	5		X
		TBP3	5	5	4	4		X
		TBP4	5	4	5	5		X
3	3	FSE	5	4	5	4		X
		TBP1	5	4	4	4		X
		TBP2	5	5	5	4		X
		TBP3	5	5	4	4		X
		TBP4	5	4	4	5		X
4	4	FSE	5	4	4	4		X
		TBP1	5	4	4	4		X
		TBP2	5	5	5	4		X
		TBP3	4	5	3	4		X
		TBP4	5	3	4	4		X
5	5	FSE	2	2	-	1	X	
		TBP1	5	4	4	4		X
		TBP2	5	5	5	4		X
		TBP3	2	2	1	2		X
		TBP4	5	3	3	4		X
6	6	FSE	-	-	-	-	-	-
		TBP1	3	2	2	3		X
		TBP2	5	5	4	4		X
		TBP3	1	1	-	1	X	
		TBP4	2	2	1	2		X
7	7	FSE	-	-	-	-	-	-
		TBP1	2	2	-	2	X	
		TBP2	5	5	4	4		X
		TBP3	-	-	-	-	-	-
		TBP4	2	2	-	2	X	

8	8	FSE	-	-	-	-	-	-
		TBP1	-	-	-	-	-	-
		TBP2	5	4	4	4		X
		TBP3	-	-	-	-	-	-
		TBP4	-	-	-	-	-	-
9	9	FSE	-	-	-	-	-	-
		TBP1	-	-	-	-	-	-
		TBP2	5	4	4	4		X
		TBP3	-	-	-	-	-	-
		TBP4	-	-	-	-	-	-
10	10	FSE	-	-	-	-	-	-
		TBP1	-	-	-	-	-	-
		TBP2	5	4	4	3		X
		TBP3	-	-	-	-	-	-
		TBP4	-	-	-	-	-	-
11	11	FSE	-	-	-	-	-	-
		TBP1	-	-	-	-	-	-
		TBP2	5	4	3	3		X
		TBP3	-	-	-	-	-	-
		TBP4	-	-	-	-	-	-
12	12	FSE	-	-	-	-	-	-
		TBP1	-	-	-	-	-	-
		TBP2	5	4	3	3		X
		TBP3	-	-	-	-	-	-
		TBP4	-	-	-	-	-	-
13	13	FSE	-	-	-	-	-	-
		TBP1	-	-	-	-	-	-
		TBP2	5	3	2	3		X
		TBP3	-	-	-	-	-	-
		TBP4	-	-	-	-	-	-
14	14	FSE	-	-	-	-	-	-
		TBP1	-	-	-	-	-	-
		TBP2	4	3	-	2	X	
		TBP3	-	-	-	-	-	-
		TBP4	-	-	-	-	-	-

Realizado por: Guamán Cargua, Alemania, 2022.

Al determinar que las características físicas, químicas y mecánicas de la biopelícula según diseño factorial 2<sup>2</sup> especialmente el TBP1, TBP2 y TBP4 son aceptables para usarlas como recubrimiento en alimentos particularmente en frutas, se selecciona la fresa fresca para llevar a cabo la prueba de vida útil de la misma. Es así que “visualmente” el tiempo de vida útil de la Fresa sin recubrimiento es de 4 días, en comparación a la fresa recubierta con el TBP2 quien



presenta un tiempo de vida útil de 13 días, mayor al TBP1 (6 días) - TBP4 (6 días) y TBP3 (5 días); al día siguiente de estos días apareció hongo visible por lo que el tiempo de vida de anaquel finalizó (Arévalo et al., 2018: p.153).

**Tabla 93-3:** Resultados del tiempo de vida útil y grado de aceptabilidad de la fresa sin y con recubrimiento de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

No.	MUESTRA / TRATAMIENTO	TIEMPO VIDA ÚTIL DE LA FRESA
		ANÁLISIS SENSORIAL
1	Fresa sin recubrir o recubrimiento (FSE)	4 Días
2	Tratamiento de Biopelícula 1 (TBP1)	5 Días
3	Tratamiento de Biopelícula 2 (TBP2)	9 Días
4	Tratamiento de Biopelícula 3 (TBP3)	3 Días
5	Tratamiento de Biopelícula 4 (TBP4)	3 Días

**Realizado por:** Guamán Cargua, Germania, 2022.

No obstante en lo que respecta al análisis sensorial se llevó mediante la escala hedónica Tabla 91-3 donde la aceptabilidad de la Fresa sin recubrimiento (FSE) se da hasta el día 4 con un puntaje para olor de (5 - me agrada mucho) y para el color, sabor y textura un puntaje de (4 - me agrada levemente); en tanto que para la fresa con recubrimiento del TBP1 hasta el día 5 y para el TBP2 hasta el día 9: ambos con el mismo grado de aceptabilidad en relación a la Fresa sin recubrir, seguido a este el TBP3 hasta el día 3 con un grado de aceptabilidad para el olor de (5 - me agrada mucho), color (5 - me agrada mucho), sabor (4 - me agrada levemente) y textura (4 - me agrada levemente), y para la fresa recubierta con el TBP4 hasta el día 3 con un puntaje para el olor de (5 - me agrada mucho), color (4 - me agrada levemente), sabor de (4 - me agrada levemente) y textura (5 - me agrada mucho). En definitiva el mejor Tratamiento de Biopelícula que aumentó el tiempo de vida útil de la fresa respecto a la Fresa sin recubrir es el TBP1 hasta el día 5 y el TBP2 hasta el día 9 manteniendo la aceptabilidad de la característica sensorial del: olor, color, sabor y textura en una puntuación de me agrada mucho y me agrada levemente, siendo igual a la Fresa sin recubrir que presentó estas características de aceptabilidad hasta el día cuatro. Si bien, de entre estos dos tratamientos el TBP2 es el mejor porque incrementa 5 días más la vida útil de la fresa, no así el TBP1 que solo aumenta 1 día con respecto a la Fresa sin recubrir. Cabe destacar que el tiempo de vida útil de la fresa se determina al observar la aparición del hongo visible, aun así, para la elección del mejor tratamiento se toma en consideración la aceptabilidad de las características sensoriales conjuntamente con el tiempo de vida útil. Además, esta prueba se llevó a cabo a temperatura ambiente promedio de 15 °C (Cantón Chambo, provincia de Chimborazo) ver ANEXOS. En comparación con la investigación de Arévalo et al., (2018: p.160) señala que el tiempo de vida

útil de fresas recubiertas es de 17 días a una temperatura de 2.9 °C presentando un puntaje de “me agrada mucho”, “me agrada levemente” y “no me agrada ni me desagrada”, lo que indica que el grado de aceptabilidad de la fresa recubierta con el TBP2 es similar y competitivo a lo manifestado. Sin embargo, el tiempo de vida de anaquel de la fresa en este estudio es menor, debido a que se realiza a temperatura ambiente; diferente composición (almidón, plastificante y aditivos) y método de aplicación en confrontación con Arévalo et al., (2018: p.160). Es evidente que el factor de temperatura es muy primordial en la vida útil de las fresas (Servicio de Tecnologías de Ingeniería Agrícola y Alimentaria).

**Tabla 94-3:** Resumen de resultados de la caracterización de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

No.	ASPECTOS	ESPESOR	HUMEDAD (%)	SOLUBILIDAD (%)	WVP PERMEABILIDAD VAPOR AGUA ( $g \cdot h^{-1} \cdot m^{-1} \cdot Mpa^{-1}$ )
1	Rango estándar	± 0.2 mm NTE INEN 2542:2010	(35.0 - 60.59) % Charro (2015, p.53). (25.95 - 42.71) % (Wang et al., 2013: p.38).	De acuerdo a lo que manifiestan Charro (2015, p.68) y Trujillo (2014, p.75-76). (62.10-68.84)% (Romero et al., 2011; citados en Chapuel y Reyes, 2019).	(0.11119-0.1766) g/hmMpa (Charro, 2015, p.62).
2	Efecto significativo	No existe diferencia estadísticamente significativa entre los factores y la interacción. Sin embargo, el que tiene mayor efecto en el espesor: es el porcentaje de plastificante (Glicerina), seguido el porcentaje de	Existe diferencia estadísticamente significativa entre los factores. Aun así el porcentaje de almidón presenta mayor efecto, seguido el porcentaje de plastificante (Glicerina) y por último la interacción AB.	No existe diferencia estadísticamente significativa entre los factores pues estos no sobrepasan la línea vertical azul. No obstante la interacción entre AB tiene mayor efecto, seguido a esta el porcentaje de plastificante (Glicerina) y	No existe una diferencia estadísticamente significativa, puesto que no se tiene suficientes réplicas; sin embargo el porcentaje de plastificante (Glicerina) presenta mayor efecto, seguido el almidón y finalmente la interacción AB; en la permeabilidad.

		almidón y por último la interacción de AB.		por último el almidón.	
3	<b>Mayor resultado</b>	El TBP4 tienen mayor espesor, respecto al TBP3, TBP2 Y TBP1. Por su valor de niveles [1 ; 1]	El TBP3 tiene mayor humedad respecto TBP1, TBP4 y TBP2. Por su valor de niveles [-1,1]	El TBP3 tiene mayor solubilidad respecto al resto de tratamientos. Por su valor de niveles [-1,1]	El TBP3 [-1;1] y TBP4 [1;1] tienen mayor WVP, debido a que presentan niveles altos de porcentaje de plastificante (Glicerina) y un aumento de espesor.
4	<b>Selección-descarte de tratamientos</b>	Todos los tratamientos se encuentran dentro del rango. Sin embargo, el espesor del TBP2 es el adecuado para recubrir fresas de acuerdo a la prueba de vida útil de estas, en el presente proyecto de investigación.	Todos los tratamientos se encuentran dentro del valor de referencia. No obstante el TBP2 es el que presenta la mejor humedad para embalaje de alimentos .	Se descarta el TBP3 y se selecciona TBP1, TBP4 y TBP2 para recubrir alimentos. No obstante el valor de solubilidad para el TBP2 tiene un uso específico para recubrir alimentos de humedad media.	Se selecciona al TBP1 y TBP2 al poseer menor WVP. Aun así el TBP2 tiene uso específico para alimentos de humedad media.

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Tabla 95-3:** Continuación de resumen de resultados de la caracterización de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

No.	ASPECTOS	PROPIEDADES MECÁNICAS			BIODEGRADABILIDAD POR PÉRDIDA DE ÁREA (%)			TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LA FRESA RECUBIERTA
		ESFUERZO MÁXIMO (Mpa)	MÓDULO ELASTICIDAD (Mpa)	ELONGACIÓN (%)	AGUA	SUELO	AMBIENTE	
					DÍA 119	DÍA 15	DÍA 119	
1	<b>Rango estándar</b>	(3 - 140) Mpa ASTM D-638 (61.6 - 30) Mpa (Feng y Sun, 2004: p. 1447). (0.31-0.25) Mpa (García, 2015, p.27).		(5 - 50) % ASTM D-638 (2.7- 5.2) % (Feng y Sun, 2004: p. 1447) -	(1 mes) (Rosales, 2016, p.35).	EN 13432:2002 (en 6 meses se debe degradar como mínimo el 90%) 1 mes y medio (2 meses) (Rosales, 2016, p.35).	(2 meses) (Rosales, 2016, p.35).	17 días a una temperatura de 2.9 °C (Arévalo et al., 2018: p.160).
2	<b>Efecto significativo</b>	No existe una diferencia estadísticamente significativa, puesto que no se tiene suficientes réplicas. Aun así se advierte que el mayor efecto en las propiedades mecánicas tiene el porcentaje de plastificante (Glicerina), seguido el porcentaje de almidón y finalmente la interacción AB.			A manera general se advierte que las variables del porcentaje de almidón y plastificante (Glicerina) tienen efecto en la biodegradabilidad por su carácter higroscópico e hidrofílico.			Tiene relación con el espesor, humedad, solubilidad y propiedades mecánicas.
3	<b>Mayor resultado</b>	El TBP3 contiene mayor porcentaje de plastificante (Glicerina), generando mayor porcentaje de elongación y disminución en el esfuerzo			El TBP3 es el que mayor porcentaje de biodegradabilidad presenta: en el agua y ambiente. Por su valor de niveles [-1,1]. Cabe recalcar que la			El TBP2 [1;-1] es el que posee mayor tiempo de

		máximo y módulo de elasticidad o Young. Por su valor de niveles [-1,1]	biodegradabilidad en el agua y ambiente de este tratamiento es más pronta, que el resto de los tratamientos	vida útil (9 Días) en relación a la Fresa sin recubrir (FSE), con un grado de aceptabilidad de "me agrada mucho" y "me agrada levemente", igual a esta.
4	<b>Selección- descarte de tratamientos</b>	El TBP2 tiene el mayor esfuerzo máximo en relación al resto de tratamientos y es cercano a lo que indica la norma ASTM D-638 (3-140 Mpa) e incluso cumple con el porcentaje de elongación.	Todos los tratamientos son considerados como embalaje compostable y biodegradable. Aun así el TBP3 es el que presenta mayor porcentaje de biodegradabilidad en ambiente y agua en relación al resto de tratamientos durante los días de prueba.	Se seleccionó al TBP1 y TBP2; y descarto al TBP3 y TBP4. A pesar de esto, el TBP2 es el mejor debido al incremento de más días respecto al TBP1.

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

**Tabla 96-3:** Selección del mejor tratamiento de biopelícula obtenida, según diseño factorial 2<sup>2</sup>

No.	TRATAMIENTOS	1. ESPESOR	2. HUMEDAD (%)	3. SOLUBILIDAD (%)	4. WVP PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA (g*h <sup>-1</sup> *m <sup>-1</sup> *Mpa <sup>-1</sup> )	5. PROPIEDADES MECÁNICAS	6. BIODEGRADABILIDAD POR PÉRDIDA DE ÁREA (%)			7. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LA FRESA RECUBIERTA
							AGUA	SUELO	AMBIENTE	
							<b>MEJOR</b>			
1	TBP1									
2	TBP2									
3	TBP3									
4	TBP4									

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

La Tabla 96-3 muestra los 7 análisis realizados a la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2<sup>2</sup>, para lo cual se elige al mejor tratamiento de cada análisis para determinar de manera general cual tratamiento tiene mayor cumplimiento. Es así que el Tratamiento de Biopelícula 1 (TBP1) presenta un total de 4 puntos, mientras que el Tratamiento de Biopelícula 2 (TBP2) 7 puntos, por el contrario, el Tratamiento de Biopelícula 3 (TBP3) un total de 1 punto y el Tratamiento de Biopelícula 4 (TBP4) 2 puntos. En consecuencia, el Tratamiento de Biopelícula 2 (TBP2) es el mejor tratamiento del presente proyecto de investigación, al poseer mayor cumplimiento en los parámetros con respecto al resto de tratamientos.

- Prueba de hipótesis

**Tabla 97-3:** Resultados de prueba de hipótesis específicas

No.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	RESPUESTA
1	Es posible extraer el almidón de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 ( <i>Solanum tuberosum</i> ) mediante método húmedo.	Si
2	Los resultados del análisis proximal del almidón extraído de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 ( <i>Solanum tuberosum</i> ) influirá en la calidad de la biopelícula obtenida.	Si
3	A través de formulaciones con porcentaje de almidón extraído de cáscara de dos variedades de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) y aditivos se podrá identificar la formulación más idónea para la obtención de una biopelícula.	Si
4	La biopelícula obtenida de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 ( <i>Solanum tuberosum</i> ) podrá mantener las propiedades organolépticas de los alimentos recubiertos con la misma.	Si

Realizado por: Guamán Cargua, Germania, 2022.

## CONCLUSIONES

- Mediante el método húmedo se llevó a cabo la extracción del almidón de cáscara de papa Superchola y Fri papa-99 donde su rendimiento global fue de 1.953% y 1.803%, siendo el almidón de cáscara de papa Superchola mayor con una leve variación, debido a la variedad de papa. Aun así de acuerdo al diseño factorial  $2^2$  el mayor rendimiento individual para el almidón de cáscara de papa Superchola fue el Tratamiento de Almidón 1 (TA1) con 2.170% y para el de cáscara de papa Fri papa-99 fue el Tratamiento de Almidón 2 (TA2) con 3.580%.
- A los almidones de cáscara de papa Superchola y Fri papa-99 se les realizó el análisis organoléptico, físico químico y microbiológico los cuales presentaron ligeras variaciones por su origen taxonómico, grado de madurez entre otros aspectos. Aun así los resultados obtenidos fueron satisfactorios pues se encontraron dentro de los rangos establecidos, comprobándose que los dos almidones son de buena calidad, sobresaliendo las características funcionales y fisicoquímicas del almidón de cáscara de papa Superchola en relación al de Fri papa-99 por su mayor contenido de amilosa (30.31%), solubilidad: IAA (3.587 g gel / g muestra), ISA (0.631 g soluble / g muestra), PH (3.584%), mejor claridad de la pasta y mayor viscosidad (22958.32 m.Pa.s).
- Para establecer formulaciones se aplicó el diseño factorial  $2^2$  con el cual se tuvo cuatro tratamientos donde los factores o variables fueron el porcentaje de plastificante (Glicerina) y almidón de dos variedades de cáscara de papa Superchola y Fri papa-99 con un nivel alto y bajo respectivamente, y como aditivos o constantes se usó porcentajes de ácido acético, gelatina, carboximetilcelulosa y agua. Sin embargo de acuerdo a los diagramas de Pareto estandarizados se advirtió que las variables no presentaron efecto estadísticamente significativo en todos los análisis realizados en la caracterización de la biopelícula, aun así el porcentaje de plastificante (Glicerina) es el que posee mayor efecto en la permeabilidad al vapor de agua, espesor, propiedades mecánicas, porcentaje de solubilidad y biodegradabilidad en el suelo, en tanto que el porcentaje de almidón de cáscara de papa Fri papa-99 y Superchola presentó mayor efecto en el porcentaje de humedad; pues estas variables tuvieron efecto por su carácter hidrofílico e higroscópico. La mejor formulación para recubrir alimentos fue el Tratamiento de Biopelícula 2 (TBP2) que presentó 0.134 mm de espesor; 40.876% de humedad; 67.179% de solubilidad;  $2.20 \times 10^{-6}$  g / hmMpa de permeabilidad al vapor de agua;  $3.57 \times 10^0$  Mpa de Módulo de elasticidad, 1.66 Mpa de esfuerzo máximo y 7.92% de porcentaje de elongación; mismos que fueron aceptables. En torno al porcentaje de biodegradabilidad en aire y agua el Tratamiento de Biopelícula 3 (TBP3) fue el mayor; si bien en el suelo todos cumplieron con la norma EN 13432:2002, considerándose embalaje compostable.

- Al caracterizar la biopelícula según diseño factorial  $2^2$  se aplicó el recubrimiento en fresas frescas, de entre los cuatro tratamientos el que presentó mayor tiempo de vida útil fue el Tratamiento de Biopelícula 2 (TBP2) con un tiempo de nueve días, presentando características aceptables de “me agrada mucho” para el olor y de “me agrada levemente” para el color, sabor y textura, siendo igual al grado de aceptación de la Fresa sin recubrir (FSE) que posee un tiempo de vida útil de cuatro días.



## RECOMENDACIONES

- Utilizar la fibra de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 adquirida en la extracción del almidón, para la creación de otro producto.
- Realizar variaciones del porcentaje de plastificante (Glicerina) en la formulación del Tratamiento de Biopelícula 2 (TBP2), con la finalidad de aumentar el esfuerzo máximo y lograr que este se encuentre dentro del rango (3-140) Mpa de la ASTM D-638 para que pueda competir con plásticos de baja densidad como el polietileno.
- Aplicar la prueba de biodegradabilidad según la norma ASTM D - 6400, puesto que en la presente investigación se realizó de manera análoga a lo observado.
- Determinar en investigaciones posteriores la vida de anaquel de la fresa recubierta con el Tratamiento de Biopelícula 2 (TBP2) almacenada a menor temperatura.
- Realizar análisis microbiológicos de la biopelícula conjuntamente con el alimento a recubrir, para comprobar si se encuentra dentro de los estándares microbiológicos para embalaje de alimentos.

## BIBLIOGRAFÍA

**ACOSTA, J; et al.** “Evaluación del almidón de papa (*Solanum tuberosum*) en la obtención de bioplástico”. *Bionatura* [en línea], 2018, (Colombia) 1(1), p. 11. [Consulta: 25 enero 2021]. ISSN 1390-9355. Disponible en: <https://www.revistabionatura.com/files/CS-2018.01.01.2---Revista-bionatura.pdf>

**ALARCÓN, Hugo A.; & ARROYO, Edmundo.** “Evaluación de las propiedades químicas y mecánicas de biopolímeros a partir del almidón modificado de la papa”. *SciELO* [en línea], 2016, (Perú) 82(3), párr. 5. [Consulta: 02 agosto 2021]. ISSN 1810-634X. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-634X2016000300007](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2016000300007)

**ALLINGER, Norman; et al.** *Química Orgánica* [en línea]. 2ª ed. Barcelona: Reverté, S.A., 1984. [Consulta: 12 enero 2021]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=0hLx1I8UQ5sC&pg=PA988&dq=composici%C3%B3n+quimica+del+almid%C3%B3n&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiTtYr28KXuAhX4MkFHXMtCPgQ6AEwAHoECAUQA#v=onepage&q&f=false>

**ALVIS, Armando; et al.** “Análisis Físico-Químico y Morfológico de Almidones de Ñame, Yuca y Papa y Determinación de la Viscosidad de las Pastas”. *SciELO* [en línea], 2008, 19(1), párr. 16. [Consulta: 12 agosto 2021]. ISSN 0718-0764. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642008000100004](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642008000100004)

**ANDRADE, H.** *Variedades de Papa Cultivadas en el Ecuador* [en línea]. Quito – Ecuador: Lucía Lopez, 1998. [Consulta: 13 enero 2021]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3333/1/iniapsc129.pdf>.

**ANDRADE, Héctor.** *Información técnica de la variedad de papa INIAP-Fripapa 99* [en línea]. 2020. [Consulta: 17 enero 2021]. Disponible en: <https://cipotato.org/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/Fripapa1.pdf>.

**ANMAT-MED-FPA 014-00.** *Almidón de papa* [en línea]. [Consulta: 07 agosto 2021]. Disponible en: <https://opinionpublica.anmat.gob.ar/proyectos/92.pdf>

**ARAPOGLOU, D; et al.** “Producción de etanol a partir de residuos de cáscara de patata (PPW)”. *Gestión de residuos* [en línea], 2010, 30(10), p. 1900. [Consulta: 02 agosto 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.04.017>

**ARENAS RIAÑO, Carol Alejandra, & PEDRAZA GUARNIZO, Diana Julieth.** Evaluación del proceso de modificación de almidón de papa mediante acetilación y oxidación, para su aplicación como excipiente en la industria farmacéutica a nivel laboratorio [en línea] (Trabajo de titulación). Fundación Universidad de América, Facultad de Ingenierías. Bogotá. 2017. p. 30. [Consulta: 2021-01-12]. Disponible en: <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6043/1/6111689-201-1-IQ.pdf>

**ARÉVALO, Verónica; et al.** Formulación y caracterización de una biopelícula comestible elaborada a partir de almidón de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) y yuca (*Manihot esculenta*) [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos. San Salvador. 2018. p. 3. [Consulta: 2020-11-26]. Disponible en: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/15440/1/Formulaci%C3%B3n%20y%20caracterizaci%C3%B3n%20de%20una%20Biopel%C3%ADcula%20comestible%20elaborada%20a%20partir%20de%20Almid%C3%B3n%20de%20Sorgo%20%28Sorghum%20bicolor%20%28L.%29%20Moench%29%20y%20Yuca%20%28Manihot%20esculenta%29.pdf>

**ARGUETA MIRANDA, Milagro De La Paz, & TRUJILLO RIVERA, Astrid Melissa.** Elaboración y caracterización de una biopelícula a partir de almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*) incorporando aceite esencial de orégano (*Origanum* sp.) como inhibidor microbiano en la preservación de fresas empacadas [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos. San Salvador. 2019. p. 85. [Consulta: 2020-11-26]. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/20435/1/Elaboraci%C3%B3n%20y%20caracterizaci%C3%B3n%20de%20una%20biopel%C3%ADcula%20a%20partir%20de%20almid%C3%B3n%20de%20pl%C3%A1tano%20verde%20%28musa%20paradisiaca%29%20incorporando%20aceite%20esencial%20de%20or%C3%A9gano%20%28Origanum%20sp.%29%20como%20inhibidor%20microbiano%20en%20la%20preservaci%C3%B3n%20de%20fresas%20empacadas.pdf>

**ARISTIZÁBAL, Johanna., & SÁNCHEZ, Teresa.** *Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca* [en línea]. 2007. [Consulta: 04 agosto 2021]. Disponible en: [file:///C:/Users/SYSTEMarket/Downloads/CUADERO%20TECNICO%20ALMIDON%20FAO%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/SYSTEMarket/Downloads/CUADERO%20TECNICO%20ALMIDON%20FAO%20(1).pdf)

**ARRIETA, Álvaro; et al.** “Estudio de las propiedades absorbentes de un biopolímero a base de almidón de yuca (*Manihot esculenta* Crantz)”. *Espacios* [en línea], 2018, 39(53), p. 6. [Consulta:

23 agosto 2021]. ISSN 0798 1015. Disponible en:  
<http://www.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-15.pdf>

**BARAHONA, Natalia; et al.** “Biopolímeros capaces de reemplazar a los plásticos tradicionales”. *Ciencia Digital* [en línea], 2019, (Ecuador) 3(4), p. 139. [Consulta: 02 agosto 2021]. ISSN 2602-8085. Disponible en:  
<https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/954/2345>

**BLANCO, Juan; et al.** “Elaboración de una película plástica biodegradable a partir del almidón de yuca y pectina”. *Semillero de Investigación del grado 9-4 del Colegio Cooperativo Comfenalco* [en línea], 2017, (Colombia), p. 4. [Consulta: 07 enero 2021]. Disponible en:  
<file:///C:/Users/SYSTEMarket/Downloads/252-25-1026-1-10-20180115.pdf>

**BOLAÑOS MÉNDEZ, Andrea Fernanda.** Evaluación de diferentes orígenes de semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) provenientes de tres sistemas de producción en dos localidades de la Sierra Ecuatoriana [en línea] ( Trabajo de titulación). Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 2015. p. 24. [Consulta: 2021-08 -05]. Disponible en:  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4541/1/T-UCE-0004-7.pdf>

**BRITO, Hanníbal.** *Texto Básico de Operaciones Unitarias II*. Riobamba - Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2001, p. 24.

**BRITO, Hanníbal et al.,** *Diseño de un proceso de producción industrial de almidón a partir de mashua ( Tropaeolum tuberosum)* [en línea]. 2019. [Consulta: 29 de 06 de 2021]. Disponible en:  
[file:///C:/Users/SYSTEMarket/Downloads/292-25-898-1-10-20190725%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/SYSTEMarket/Downloads/292-25-898-1-10-20190725%20(1).pdf)

**CAMACHO, Melissa; et al.** “Uso de nanomateriales en polímeros para la obtención de bioempaques en aplicaciones alimentarias”. *SciELO* [en línea], 2011, (Perú) 77(4), párr. 13. [ Consulta: 07 enero 2021]. ISSN 1810-634X. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-634X2011000400007](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2011000400007)

**CANDIA, Matías Natanael, & SIMÓN, Martín Horacio.** *Biopolímeros y bioplásticos* [en línea]. Argentina: 2015. [Consulta: 07 enero 2021]. Disponible en: <http://www.aulavirtual-exactas.dyndns.org/claroline/backends/download.php?url=L1N1bWluYXJpb3NmMjA5OS9CaW9wb2ZtbV9DYW5kaWFfU2ltb24ucGRm&cidReset=true&cidReq=BIOTOPT>

**CARRASCO HUANCA, Luis.** *Extracción de almidón* [en línea]. 2018. [Consulta: 06 enero 2021]. Disponible en: <https://es.calameo.com/read/005193087c8fe3b2314cf>

**CHAPUEL TARAPUEZ, Andrea Yesenia, & REYES SUÁREZ, Jetzy Xiomara.** Obtención de una película biodegradable a partir de los almidones de semilla de aguacate (*Persea americana* Mill) y Banano (*Musa acuminata* AAA) para el recubrimiento de papaya [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química. Guayaquil - Ecuador. 2019. p. 34. [Consulta: 2021-01-18]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/39933/1/401-1355%20-%20Obtenc%20pelicula%20biodegradable%20partir%20almidones%20semilla%20de%20aguacate.pdf>

**CHARRO ESPINOSA, Mónica Margarita.** Obtención de plástico biodegradable a partir de almidón de patata [en línea ] (Trabajo de titulación). Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería Química. Ecuador. 2015. p. 31. [Consulta: 25 noviembre 2020]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec:8080/bitstream/25000/3788/1/T-UCE-0017-97.pdf>

**CHULDE FUENTES, Melani Damaris.** Elaboración de una película plástica biodegradable a partir de almidón extraído de residuos de dos diferentes variedades de papas industrializadas [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad de Las Américas, Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas. Quito-Ecuador. 2020. p. 39. [Consulta: 2020-11-25]. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/12058/1/UDLA-EC-TIAM-2020-11.pdf>

**CORTÉS, José; et al.** “Evaluación de propiedades mecánicas, ópticas y de barrera en películas activas de almidón de yuca”. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* [en línea], 2014, 12(1), p. 92. [Consulta: 18 agosto 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v12n1/v12n1a11.pdf>

**CUESTA, X; et al.** *Mejoramiento genético de papa : Conceptos, procedimientos , metodologías y protocolos* [en línea]. 2015. [Consulta: 22 de agosto 2021]. Disponible en: [file:///C:/Users/SYSTEMarket/Downloads/MEJORAMIENTO%20GEN%3%89TICO%20DE%20PAPA\(2020\)%20\(18%20nov\).pdf](file:///C:/Users/SYSTEMarket/Downloads/MEJORAMIENTO%20GEN%3%89TICO%20DE%20PAPA(2020)%20(18%20nov).pdf)

**DIAS, Vanessa; et al.** “Efecto del enriquecimiento de glicerol y amilosa en la yucapropiedades de la película de almidón”. *Revista de Ingeniería Alimentaria* [en línea], 2005, (Brasil) 78, p. 945. [Consulta: 18 agosto 2021]. Disponible en: [https://catalogo.latu.org.uy/opac\\_css/doc\\_num.php?explnum\\_id=991](https://catalogo.latu.org.uy/opac_css/doc_num.php?explnum_id=991)

**DÍAZ BARRERA, Yasmine.** Determinación de las propiedades físicas, químicas, tecnofuncionales y la estabilidad en congelación / descongelación del almidón de cuatro variedades de *solanum tuberosum ssp. andigenum* (papa nativa) [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional José María, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Andahuaylas-Perú. 2015. p. 16. [Consulta: 2021-08-08]. Disponible en: <https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/123456789/213/19-2015-EPIA-Diaz%20Barrera%20Determinaci%C3%B3n%20de%20propiedades%20de%20variedades%20de%20papa%20nativa.pdf?sequence=1>

**DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL E INOCUIDAD ALIMENTARIA.** *Lavado y desinfección \_ Frutas y verduras* [en línea]. Perú: 2019. [Consulta: 19 febrero 2021]. Disponible en [http://www.digesa.minsa.gob.pe/Orientacion/LAVADO\\_DESINFECCION\\_FRUTAS\\_VERDURAS.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/Orientacion/LAVADO_DESINFECCION_FRUTAS_VERDURAS.pdf)

**EL UNIVERSO.** *Asamblea Nacional aprueba proyecto de Ley que regula la utilización y comercialización de productos plásticos de un solo uso* [en línea]. [Consulta: 25 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.eluniverso.com/noticias/2020/11/04/nota/8037760/asamblea-nacional-ecuador-tramita-ley-prohibe-uso-comercializacion>

**EL COMERCIO.** *La Asamblea aprobó Ley que regula la utilización de plásticos de un solo uso* [en línea]. 2020. [Consulta: 25 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/tendencias/ecuador-ley-prohibicion-plasticos.html>

**EN 13432:2002.** *Requisitos de los envases y embalajes valorizables mediante compostaje y biodegradación. Programa de ensayo y criterios de evaluación para la aceptación final del envase o embalaje.*

**ENRÍQUEZ, Mario; et al.** “Composición y procesamiento de películas biodegradables basadas en almidón”. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* [en línea], 2012, (Cauca) 10(1), pp. 184-189. [Consulta: 12 enero 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v10n1/v10n1a21.pdf>

**ESCOBAR, D; et al.** “Películas biodegradables y comestibles desarrolladas en base a aislado de proteínas de suero lácteo: estudio de dos métodos de elaboración y del uso de sorbato de potasio como conservador”. *Revista del Laboratorio Tecnológico del Uruguay* [en línea ], 2009, (Uruguay) (4), p. 34. [Consulta: 28 enero 2021]. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/277739102\\_Películas\\_biodegradables\\_y\\_comestibles\\_desarrolladas\\_en\\_base\\_a\\_aislado\\_de\\_proteínas\\_de\\_suero\\_lácteo\\_estudio\\_de\\_dos\\_metodos\\_de\\_elaboración\\_y\\_del\\_uso\\_de\\_sorbato\\_de\\_potasio\\_como\\_conservador](https://www.researchgate.net/publication/277739102_Películas_biodegradables_y_comestibles_desarrolladas_en_base_a_aislado_de_proteínas_de_suero_lácteo_estudio_de_dos_metodos_de_elaboración_y_del_uso_de_sorbato_de_potasio_como_conservador)

**FENG, Jian.; & SUN, X.** “Propiedades mecánicas de compuestos de poli (ácido láctico) / almidón”. *Biomacromoléculas* [en línea], 2004, 5(4), p. 1447. [Consulta: 18 agosto 2021]. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/bm0400022>

**FICHA DE REQUISITOS TÉCNICOS DE ACCESO AL MERCADO DE EE.UU DE LA FÉCULA DE PAPA** [en línea]. 2008. [Consulta: 06 agosto 2021]. Disponible en: <https://boletines.exportemos.pe/recursos/boletin/Fecula%20de%20Papa.pdf>

**GARCÍA QUIÑÓNEZ, Alma Verónica.** Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz [en línea] (Trabajo de titulación). Escuela Especializada en Ingeniería ITCA - FEPADE, Escuela de Ingeniería Química, Santa Tecla. El Salvador. 2015. p. 32. [Consulta: 2021-08-19]. Disponible en: <https://www.itca.edu.sv/wp-content/themes/elaniin-itca/docs/2015-Obtencion-de-un-polimero-biodegradable.pdf>

**GARNICA, Ana; et al.** “Características funcionales de almidones nativos extraídos de clones promisorios de papa (*solanum tuberosum* L. subespecie andigena) para la industria de alimentos”. *Revista Alimentos Hoy* [en línea], 2010, (Colombia) 19(21), p. 1. [Consulta: 08 agosto 2021]. ISSN 2027 - 291X. Disponible en: <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/43/41>

**GIBBENS, Sarah.** *Todo lo que necesitas saber sobre los bioplásticos* [en línea]. [Consulta: 28 de septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2018/11/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-los-bioplasticos>

**GODÍNEZ CARDOSO, María Fernanda.** Bioplásticos: Soluciones Ambientales [en línea] (Trabajo de titulación). Instituto Asunción de México. México. 2016. p. 10. [Consulta: 2021-01-08]. Disponible en : <http://vinculacion.dgire.unam.mx/vinculacion-1/Memoria-Congreso-2016/trabajos-ciencias-biologicas/biologia/11.pdf>

**GONZÁLEZ VILLALVA, Ximena Alexandra.** Influencia del pH del agua y tiempo de cocción sobre la textura, gelatinización y retrogradación de la papa (*Solanum tuberosum*), mashua (*Tropaeolum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosa*) y melloco (*Ullucus tuberosus*) [en línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en

Alimentos. Ambato-Ecuador. 2018. p. 34. [Consulta: 2021-09-07]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28094/1/01%20T.AL.pdf>

**GUAMÁN BRAVO, Jenny Marcela.** Obtención de plásticos biodegradables a partir de almidón de cáscaras de papa para su aplicación industrial [en línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ingeniería Química. Riobamba-Ecuador. 2019. p. 31. [Consulta: 2021-01-05]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/11069/1/96T00540.pdf>

**GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto; & DE LA VARA SALAZAR, Román.** *Análisis y diseño de experimentos* [en línea]. 2<sup>a</sup> ed. México: The McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A., 2008. [Consulta: 29 noviembre 2020]. Disponible en: [https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w19537w/analisis\\_y\\_diseno\\_experimentos.pdf](https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w19537w/analisis_y_diseno_experimentos.pdf)

**HOLGUIN CARDONA, Juan Sebastian.** Obtención de un bioplástico a partir de almidón de papa [en Línea] (Trabajo de titulación). Fundación Universidad de América, Facultad de Ingenierías. Bogotá-Colombia. 2019. p. 35. [Consulta: 2021-08-18]. Disponible en: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7388/1/6132181-2019-1-IQ.pdf>

**ISIQUE VALVERDE, Marcelo Javier & SING LEZAMA, Jorge Luis.** Influencia de la hidrólisis química en las características fisicoquímicas y funcionales de los residuos industriales de papa, camote y yuca [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional del Santa, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Agro Industrial. Nuevo Chimbote-Perú. 2017. p. 74. [Consulta: 2021-01-15]. Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3053/47038.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**JASSE, B; et al.** *Permeabilidad y estructura en materiales de embalaje poliméricos* [en línea]. Boston: Springer, 1994. [Consulta: 14 agosto 2021]. Disponible en: [https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4615-2173-0\\_1](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4615-2173-0_1)

**LAOHAKUNJIT, Natta.; & NOOMHORM, Athapol.** “Efecto de los plastificantes sobre las propiedades mecánicas y de barrera de la película de almidón de arroz”. *Starch/Stärke* [en línea], 2004, (Tailandia) 56, p. 348. [Consulta: 15 agosto 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/star.200300249>

**LEGUÍA HURTADO, Rosa.** Evaluación de las propiedades funcionales, rendimiento de extracción y el color del almidón de cuatro variedades de papa nativa (*Solanum tuberosum* ssp.



Andigenum) [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional José María Arguedas, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Andahuaylas-Perú. 2017. p. 44. [Consulta: 2021-08-10]. Disponible en: [https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/123456789/309/Rosa\\_Tesis\\_Bachiller\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/123456789/309/Rosa_Tesis_Bachiller_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**LINDEBOOM, Nienke; et al.** “Aspectos analíticos, bioquímicos y fisicoquímicos del tamaño de los gránulos de almidón, con énfasis en los almidones de gránulos pequeños: una revisión”. *Starch/Stärke* [en línea], 2004, (Canadá) (56), p. 93. [Consulta: 10 agosto 2021]. Disponible en : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/star.200300218>

**LÓPEZ, C; et al.** “Efecto de Biopelículas sobre calidad poscosecha de tomate ' Ojo de Venado' (Solanum lycopersicum L var.cerasiforme)”. *Revista Tecnológica Agrobioalimentaria* [en línea], 2015, (México) 2(2), p. 27. [Consulta: 20 noviembre 2020]. ISSN 2395-8332. Disponible en: <http://agrobioalimentaria.uttehuacan.edu.mx/media/files/Vol2num2/EFFECTODEBIOPELICULASSOBRECALIDADPOSCOSECHADETOMATE.pdf>

**MANOBANDA CUNALATA, Nancy Abigail.** Formulación y caracterización de un pan libre de gluten elaborado a partir de cultivos nativos del Ecuador [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ambato-Ecuador. 2017. p. 14. [Consulta: 2021 -08-11]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26312/1/AL%20641.pdf>

**MARCIAL IZA, José Alfonso.** Obtención de diferentes productos alimenticios ( Hamburguesa y Embutidos ) a partir de residuos orgánicos (cáscaras de papa) [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química. Guayaquil-Ecuador. 2013. p. 34. [Consulta: 2021-01-17]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/3649/1/1110.pdf>

**MARTÍNEZ, P; et al.** "Caracterización funcional de almidones nativos obtenidos de papas (Solanum phureja) nativas peruanas". *Scientia Agropecuaria* [en línea], 2015, (Perú) 6(4), p. 297. [Consulta: 10 agosto 2021]. ISSN 2077-9917. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3576/357643270006.pdf>

**MASTROCOLA, Nicola; et al.** *Catálogo de variedades de papa del Ecuador* [en línea]. 2016. [Consulta: 30 noviembre 2020]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2748/1/iniapscpm427.pdf>

**MAZZEO, Miguel; et al.** “Obtención de almidón a partir de residuos poscosecha del Plátano Dominicano Hartón (Mussa AAB Simmonds”. *Vector* [en línea], 2008, (Colombia) 3, pp. 59-62. [Consulta: 17 diciembre 2020]. Disponible en: [http://vector.ucaldas.edu.co/downloads/Vector3\\_6.pdf](http://vector.ucaldas.edu.co/downloads/Vector3_6.pdf)

**MENCHÚ, María; & MÉNDEZ, Humberto (ed.)**. *Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica* [en línea]. 2ª ed. Guatemala: Serviprensa,S.A, 2007. [Consulta: 06 enero 2021]. Disponible en: <http://www.incap.int/mesocaribefoods/dmdocuments/tablacalimentos.pdf>

**MEZA RAMOS, Paola Nathali**. Elaboración de bioplásticos a partir de almidón residual obtenido de peladoras de papa y determinación de su biodegradabilidad a nivel de laboratorio [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias. Lima-Perú. 2016. pp. 42. [Consulta: 2021-01-09]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2016/Q60-M49-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**MORÁN, Susana**. *Nada frena los plásticos de un solo uso: más de 260.000 toneladas al año en Ecuador* [en línea]. [Consulta: 25 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.planv.com.ec/historias/sociedad/nada-frena-plasticos-un-solo-uso-mas-260000-toneladas-al-ano-ecuador>

**MORENO, Ángel; et al.** “Transformación del almidón de papa, mucílago de nopal y sábila en bioplásticos como productos de valor agregado amigables con el ambiente”. *Ra Ximhai* [en línea], 2017, 13(3), p. 369. [Consulta: 05 enero 2021]. ISSN 1665-0441. Disponible en: <file:///C:/Users/SYSTEMarket/Downloads/71531-211872-1-PB.pdf>

**MORENO TOASA, Gabriel Alejandro**. Utilización de harina de plátano (*Musa balbisiana*), en el desarrollo de películas biodegradables activas [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. 2015. p. 6. [Consulta: 2021-08-03]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11979/1/AL%20572.pdf>

**NARPINDER, Singh; et al.** "Propiedades morfológicas, térmicas y reológicas de los almidones de diferentes fuentes botánicas". *Química de Alimentos* [en línea ], 2003, (India) 81(2), p. 221. [Consulta: 09 agosto 2021]. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00416-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00416-8)

**NAZATE FRAGA, M.** “Evaluación de un recubrimiento de gelatina como método alternativo de control de brotación en seis variedades de papa *Solanum tuberosum*”. *Universidad Técnica del Norte* [en línea], 2018, (Ecuador), p. 7. [Consulta: 08 septiembre 2021]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8016/2/ART%C3%8DCULO%20.pdf>

**NTE INEN 1456:1986.** *Reactivos para análisis. Almidón soluble ( para Iodometría). Métodos de ensayo.*

**NTE INEN 2043:2013.** *Plásticos. Método de ensayo para la dterminación de las propiedades de tensión.*

**NTE INEN 2542:2010.** *Láminas plásticas. Requisitos.*

**NTE INEN 2635: 2012.** *Método de ensayo para las propiedades de tracción de láminas plásticas delgadas.*

**OJEDA MAECHEL, Mabel Jesury.** Comparación de Algunas Propiedades Físicas y Composición Química del Almidón de Piñón (*Araucaria araucana* (Mol) K. Koch), Papa (*Solanum tuberosum* L. ssp. *tuberosum* Hawkes) y Maíz (*Zea mays* L.) [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Austral de Chile, Escuela de Ingeniería en Alimentos. Valdivia-Chile. 2008. pp. 21-22. [Consulta: 2020-10-27]. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/fao.39c/doc/fao.39c.pdf>

**ORTIZ RAMÍREZ, María Alejandra.** Evaluación de un bioplástico de almidón de semillas de mango (*Magifera Indica*) con aplicación potencial en envases [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad El Bosque, Facultad de Ingeniería. Bogotá-Colombia. 2009. p. 81. [Consulta: 2021-08-14]. Disponible en: [https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/2106/Ortiz\\_Ramirez\\_Maria\\_Alejandra\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/2106/Ortiz_Ramirez_Maria_Alejandra_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**PARDO, C; et al.** “Caracterización estructural y térmica de almidones provenientes de diferentes variedades de papa”. *Acta Agronómica* [en línea], 2013, (Colombia) 62(4), p. 292. [Consulta: 12 agosto 2021]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/263511157\\_Caracterizacion\\_estructural\\_y\\_termica\\_de\\_e\\_almidones\\_provenientes\\_de\\_diferentes\\_variedades\\_de\\_papa](https://www.researchgate.net/publication/263511157_Caracterizacion_estructural_y_termica_de_e_almidones_provenientes_de_diferentes_variedades_de_papa)

**PARRA PÉREZ, Joselyne Brigitte.** Obtención de biofilm a partir del almidón de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) y de camote (*Ipomoea batatas*) como alternativa al uso de material plástico derivado del petróleo [en línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Riobamba-Ecuador. 2019. pp. 40-41. [Consulta: 2021-08-23]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/13808/1/96T00573.pdf>

**PARZANESE, Magali.** *Tecnologías para la Industria Alimentaria películas y recubrimientos comestibles* [en línea]. 2009. [Consulta: 03 agosto 2021]. Disponible en: [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha\\_07\\_PeliculaComestible.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_07_PeliculaComestible.pdf)

**PRADA OSPINA, R.** “Alternativa de aprovechamiento eficiente de residuos biodegradables: el caso del almidón residual derivado de la industrialización de la papa”. *Escuela de Administración de Negocios* [en línea], 2012, (Colombia) (72), p. 185. [Consulta: 26 enero 2021]. ISSN 0120-8160. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/206/20626818005.pdf>

**PUMISACHO, Manuel; & SHERWOOD, Stephen (ed.).** *El cultivo de la papa en el Ecuador* [en línea]. Quito- Ecuador: INIAP-CIP, 2002. [Consulta: 01 agosto 2021]. Disponible en: <https://cipotato.org/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/Pumisacho%20y%20Sherwood%20Cultivo%20de%20Papa%20en%20Ecuador.pdf>

**QUISPE CENTENO, Judith Gloria.** Obtención y Caracterización de la fibra dietética a partir de los residuos de papa (*Solanum tuberosum*) [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Académico Profesional de Agroindustrias. Ocobamba-Perú. 2014. p. 37. [Consulta: 2021-09-08]. Disponible en: <https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/107/TP%20-%20UNH%20AGROIND%20%200022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**RAMÍREZ, Laura; et al.** Caracterización de almidón nativo extraído de clones promisorios de papa criolla (*Solanum phureja*) para su aplicación en un derivado cárnico [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería. Bogotá-Colombia. 2011. p. 64. [Consulta: 2021-08-08]. Disponible en: <https://docplayer.es/52676420-Criolla-solanum-phureja-para-su-aplicacion-en-un-derivado-carnico.html>

**RESOCO.** *Almidones pregelatinizados y fibra de papa* [en línea]. [Consulta: 06 agosto 2021]. Disponible en : <https://resoco.com/almidones-pregelatinizados-de-papa/>

**RODRÍGUEZ ROJAS, Yulieth Daniela, & MOLANO LÓPEZ, Helbert Fernando.** Estrategias ambientales y caracterización del diseño de empaques bioplásticos utilizados en la comercialización de alimentos procesados [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Santo Tomás. Tunja-Colombia. 2020. p. 15. [Consulta: 2020-11-23]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/29838/2020helbertmolano.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

**ROMÁN CORTEZ, Miguel, & HURTADO Guillermo.** *Guía técnica cultivo de la papa* [en línea]. 2002. [Consulta: 22 agosto 2021]. Disponible en: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Papa.pdf>

**ROSALES , Abigail de los Ángeles.** Obtención de biopolímero plástico a partir del almidón de malanga (*Colocasia esculenta*), por el método de polimerización por condensación en el laboratorio 110 de la UNAN-Managua, Mayo -Abril 2016 [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Managua. 2016. p. 35. [Consulta: 2021-08-19]. Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/2687/1/28212.pdf>

**RUTIAGA, QUIÑONES, Olga Miriam.** Elaboración de películas plásticas flexibles a partir de polímeros naturales como una alternativa de empaque y la evaluación de sus propiedades [en línea] (Trabajo de titulación). (Doctorado) Universidad Autónoma De Nuevo Leon, Facultad de Ciencias Biológicas. Monterrey-México. 2002. p. 19. [Consulta: 2021-08-01]. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/5603/1/1080124502.PDF>

**SALTOS JARAMILLO, Yesenia Mabel.** Análisis de la conservación de papa fresca (*Solanum phureja*) como producto de IV gama usando extracto acuoso de propóleo [en línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia. Riobamba-Ecuador. 2015. p. 9. [Consulta: 2021-08-13]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/3948/1/56T00520%20UDCTFC.pdf>

**SERVICIO DE TECNOLOGÍAS DE INGENIERÍA AGRÍCOLA Y ALIMENTARIA.** *Ejemplos prácticos de aplicación en frutas* [en línea]. [Consulta: 21 agosto 2021]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/y5771s/y5771s03.htm#TopOfPage>

**TECHEIRA, Nora; et al.** "Caracterización físico química, funcional y nutricional de harinas crudas obtenidas a partir de diferentes variedades de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), Batata (*Ipomoea batatas* Lam) y ñame (*Dioscorea alata*), cultivadas en Venezuela". *Interciencia* [en línea], 2014, (Venezuela) 39(3), p. 193. [Consulta: 11 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33930206009>

**TIPÁN, Daniela; et al.** Aplicación de fritura al vacío y conveccional en dos variedades de papa (*Solanum tuberosum*) para fritura: Premium y Allipacha [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias. Quito-Ecuador. 2017. p. 38. [Consulta: 2021-09-07]. Disponible en: [file:///C:/Users/SYSTEMarket/Downloads/68713\\_1.pdf](file:///C:/Users/SYSTEMarket/Downloads/68713_1.pdf)

**TOAPANTA, Erika; et al.** "Diseño de un proceso para la obtención de pectina en medio ácido a partir de la cáscara de papa (*Solanum tuberosum*)". *Ciencia Digital* [en línea], 2019, (Ecuador) 3(2,6), p. 120. [Consulta: 07 septiembre 2021]. ISSN 2602-8085. Disponible en: [file:///C:/Users/SYSTEMarket/Downloads/522-Texto%20del%20art%C3%ADculo-2299-3-10-20190607%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/SYSTEMarket/Downloads/522-Texto%20del%20art%C3%ADculo-2299-3-10-20190607%20(1).pdf)

**TRUJILLO RIVERA, Cinthya Tatiana.** Obtención de películas biodegradables a partir de almidón de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) doblemente modificado para uso en empaque de alimentos [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional Amazónica De Madre De Dios, Facultad de Ingeniería, Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Puerto Maldonado-Perú. 2014. pp. 75-76. [Consulta: 2021-08-14]. Disponible en: <https://docplayer.es/64206300-Obtencion-de-peliculas-biodegradables-a-partir-de-almidon-de-yuca-manihot-esculenta-crantz-doblemente-modificado-para-uso-en-empaque-de-alimentos.html>

**VALERO, Manuel; et al.** "Biopolímeros: avances y perspectivas". *Dyna* [en línea], 2013, (Colombia) 80(181), pp. 172-173. [Consulta: 12 enero 2021]. ISSN 0012-7353. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/496/49628728019.pdf>

**VARGAS, G; et al.** " Propiedades funcionales de almidón de papa (*Solanum tuberosum*) y su modificación química por acetilación". *Scientia Agropecuaria* [en línea], 2016, 7(3), p. 228. [Consulta: 07 agosto 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v7nspe/a09v7nspe.pdf>

**VERA, Adriana F.; & CHAVARRÍA, Manuel A.** “Extracción y Caracterización del almidón de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Leona Blanca”. *El Higo Revista Científica* [en línea], 2020, 10(02), p. 31. [Consulta: 12 agosto 2021]. Disponible en : [file:///C:/Users/SYSTEMarket/Downloads/descarga%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/SYSTEMarket/Downloads/descarga%20(5).pdf)

**VILLADA, Héctor; et al.** “Biopolímeros naturales usados en empaques biodegradables”. *Dialnet* [en línea], 2007, (Colombia) 12(2), p. 10. [Consulta: 01 agosto 2021]. ISSN 0122-7610. Disponible en: <file:///C:/Users/SYSTEMarket/Downloads/Dialnet-BiopolimerosNaturalesUsadosEnEmpaquesBiodegradable-5002436.pdf>

**VILLALOBOS, María.** Obtención de almidón a partir de los residuos de papa del mercado Abastos [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Tecnológica de Jalisco. Guadalajara. 2014. p. 270. [Consulta: 2021-08-06]. Disponible en: [https://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencias%20de%20la%20Ingenieria%20y%20Tecnologia%20T-V/Articulo\\_25.pdf](https://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencias%20de%20la%20Ingenieria%20y%20Tecnologia%20T-V/Articulo_25.pdf)

**WANG, Liyan; et al.** “Preparación y caracterización de películas activas a base de quitosano polifenoles de té incorporados”. *Hidrocoloides alimentarios* [en línea], 2013, (China) 32, p. 38. [Consulta: 15 agosto 2021]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2012.11.034>

**ZAMUDIO CASTELLANOS, Giovanni Alexander.** Aplicaciones de las biopelículas comestibles en la industria alimenticia [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad del Valle-Cali, Escuela de Ingeniería de Alimentos. Valle del Cauca. 2014. p. 26. [Consulta: 2021-01-11]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/17676/0519674.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**ZÁRATE, L; et al.** “Extracción y caracterización de almidón nativo de clones promisorios de papa criolla (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja)”. *Revista Latinoamericana de la Papa* [en línea], 2014, ( Colombia) 18(1), p. 5. [Consulta: 27 octubre 2020]. ISSN 1853-4961. Disponible en: [file:///C:/Users/SYSTEMarket/Downloads/Dialnet-ExtraccionYCaracterizacionDeAlmidonNativoDeClonesP-5512060%20\(7\).pdf](file:///C:/Users/SYSTEMarket/Downloads/Dialnet-ExtraccionYCaracterizacionDeAlmidonNativoDeClonesP-5512060%20(7).pdf)

**ZEAPLAST.** *Tipos de bioplástico* [blog]. 2012. [Consulta: 19 enero 2021]. Disponible en: <http://www.zeaplast.cl/plasticos-biodegradables/tipos-de-bioplasticos+-21>.

## ANEXOS

### ANEXO A. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LA CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA-99 (*Solanum tuberosum*)



a)

b)

c)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  FACULTAD DE CIENCIAS  CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA  ELABORADO POR:  Guamán Cargua, Germania, 2022.	“OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA- 99 ( <i>Solanum tuberosum</i> ) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS”		
			LÁMINA	ESCALA	FECHA
a) Cáscara de papa Superchola y Fripapa- 99 (base húmeda)	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar				
b) Cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (base seca); Temperatura de secado 60°C durante 11 h.	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Aprobar				
c) Molienda de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 en base seca.	<input type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por Calificar				
		1	1:1	24/01/2022	



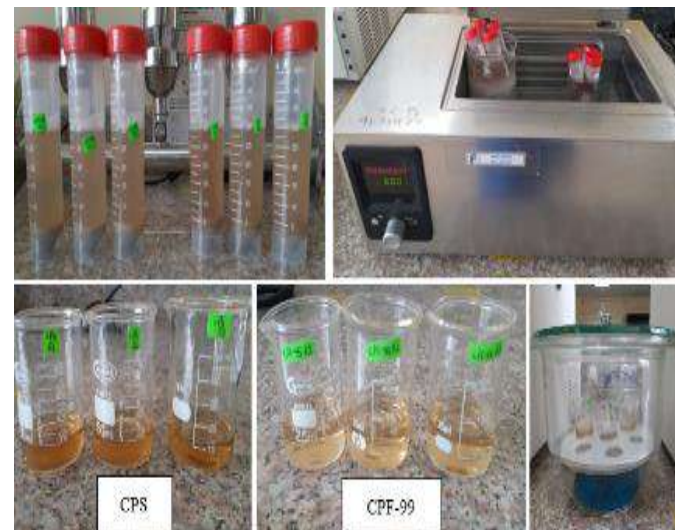
Continuación - ANEXO A



d)



e)



f)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	“OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA- 99 (Solanum tuberosum) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS”		
d) Humedad de la cáscara de papa Superchola y Fripapa -99 (base seca y base húmeda) e) Ceniza de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (base seca). f) Índice de Absorción de Agua ( IAA), Índice de Solubilidad de Agua (ISA) y Poder de Hinchamiento (PH); de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 ( base seca).	<input type="checkbox"/> <b>Aprobado</b> <input type="checkbox"/> <b>Preliminar</b> <input type="checkbox"/> <b>Certificado</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Aprobar</b> <input type="checkbox"/> <b>Información</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Calificar</b>	FACULTAD DE CIENCIAS  CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA  ELABORADO POR:  Guamán Cargua, Germania, 2022.	LÁMINA	ESCALA	FECHA
			2	1:1	24/01/2022

Continuación - ANEXO A



g)



h)



i)



j)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	“OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA- 99 (Solanum tuberosum) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS”		
g) Medición de pH de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (base seca). h) Medición de Viscosidad de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (base seca). i) Medición de la temperatura de gelatinización de la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (base seca). j) Determinación del porcentaje de proteína en la cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 (base seca).	<input type="checkbox"/> <b>Aprobado</b> <input type="checkbox"/> <b>Preliminar</b>  <input type="checkbox"/> <b>Certificado</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Aprobar</b>  <input type="checkbox"/> <b>Información</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Calificar</b>	FACULTAD DE CIENCIAS  CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA  ELABORADO POR:  Guamán Cargua, Germania, 2022.	LÁMINA	ESCALA	FECHA
			3	1:1	24/01/2022

**ANEXO B. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA-99 (*Solanum tuberosum*)**



a)



b)



c)



d)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>  <b>CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>	<b>“OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA- 99 (<i>Solanum tuberosum</i>) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS”</b>		
a) Pesaje de la muestra de almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99, en crisoles previamente tarados  b) Crisoles con la muestra de almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99, con sus repeticiones colocados en la estufa de aire a 105°C.  c) Enfriamiento de los crisoles con la muestra en un desecador.  d) Toma del peso final del crisol con la muestra para el cálculo del porcentaje de humedad.	<input type="checkbox"/> <b>Aprobado</b> <input type="checkbox"/> <b>Preliminar</b>  <input type="checkbox"/> <b>Certificado</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Aprobar</b>  <input type="checkbox"/> <b>Información</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Calificar</b>	ELABORADO POR:  Guamán Cargua, Germania, 2022.	LÁMINA	ESCALA	FECHA
			4	1:1	24/01/2022

Continuación - ANEXO B



e)



f)



g)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  FACULTAD DE CIENCIAS  CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA  ELABORADO POR:  Guamán Cargua, Germania, 2022.	“OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA- 99 ( <i>Solanum tuberosum</i> ) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS”		
e) Crisoles con la muestra de almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 con sus repeticiones, colocados en la mufla a una temperatura de 550 ° C. f) Crisoles con la muestra en un desecador para enfriarlos. g) Toma del peso final del crisol con la muestra para el cálculo del porcentaje de ceniza.	<input type="checkbox"/> <b>Aprobado</b> <input type="checkbox"/> <b>Preliminar</b>  <input type="checkbox"/> <b>Certificado</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Aprobar</b>  <input type="checkbox"/> <b>Información</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Calificar</b>		LÁMINA	ESCALA	FECHA
			5	1:1	24/01/2022



Continuación- ANEXO B



h)



i)



j)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	<p style="text-align: center;"><b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b></p> <p style="text-align: center;"><b>FACULTAD DE CIENCIAS</b></p> <p style="text-align: center;"><b>CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b></p> <p style="text-align: center;">ELABORADO POR:</p> <p style="text-align: center;">Guamán Cargua, Germania, 2022.</p>	<p style="text-align: center;"><b>“OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIETADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA-99 (Solanum tuberosum) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS”</b></p>		
<p>h) Las muestras de almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 con 30 ml de agua en cada tubo de centrifuga son sometidas a baño de agua a 60°C.</p> <p>i) Centrifugación de las muestras.</p> <p>j) Medición del volumen y toma de 10 mL del sobrenadante en vasos de precipitación.</p>	<input type="checkbox"/> <b>Aprobado</b> <input type="checkbox"/> <b>Preliminar</b> <input type="checkbox"/> <b>Certificado</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Aprobar</b> <input type="checkbox"/> <b>Información</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Calificar</b>		LÁMINA	ESCALA	FECHA
			<b>6</b>	<b>1:1</b>	<b>24/01/2022</b>

Continuación- ANEXO B



k)



l)



m)



n)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	<p style="text-align: center;"><b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b></p> <p style="text-align: center;"><b>FACULTAD DE CIENCIAS</b></p> <p style="text-align: center;"><b>CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b></p> <p style="text-align: center;">ELABORADO POR: Guamán Cargua, Germania, 2022.</p>	<p style="text-align: center;"><b>“OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA-99 (Solanum tuberosum) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS”</b></p>		
<p>k) Secado del sobrenadante en una estufa ab 70 ° C durante toda la noche.</p> <p>l) Pesaje de cada tubo de centrifuga con el gel.</p> <p>m) Enfriamiento de los vasos de precipitación en el desecador.</p> <p>n) Pesaje de los solubles para el cálculo del Índice de Absorción de Agua (IAA), Índice de Solubilidad de Agua( ISA) y el Poder de Hinchamiento (PH).</p>	<input type="checkbox"/> <b>Aprobado</b> <input type="checkbox"/> <b>Preliminar</b>  <input type="checkbox"/> <b>Certificado</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Aprobar</b>  <input type="checkbox"/> <b>Información</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Calificar</b>		LÁMINA	ESCALA	FECHA
			7	1:1	24/01/2022

Continuación- ANEXO B



ñ)



o)



p)



q)



r)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	<p style="text-align: center;"><b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b></p> <p style="text-align: center;"><b>FACULTAD DE CIENCIAS</b></p> <p style="text-align: center;"><b>CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b></p> <p style="text-align: center;">ELABORADO POR: Guamán Cargua, Germania, 2022.</p>	“OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIETADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA-99 (Solanum tuberosum) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS”		
<p>ñ) Pesaje del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 por separado, con sus repeticiones.</p> <p>o) Adición de agua a las muestras.</p> <p>p) Agitación de la solución durante 30 min a 200 rpm.</p> <p>q) Sedimentación de la solución.</p> <p>r) Medición del pH</p>	<input type="checkbox"/> <b>Aprobado</b> <input type="checkbox"/> <b>Preliminar</b>  <input type="checkbox"/> <b>Certificado</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Aprobar</b>  <input type="checkbox"/> <b>Información</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Calificar</b>		LÁMINA	ESCALA	FECHA
			<b>8</b>	<b>1:1</b>	<b>24/01/2022</b>

Continuación- ANEXO B



s)

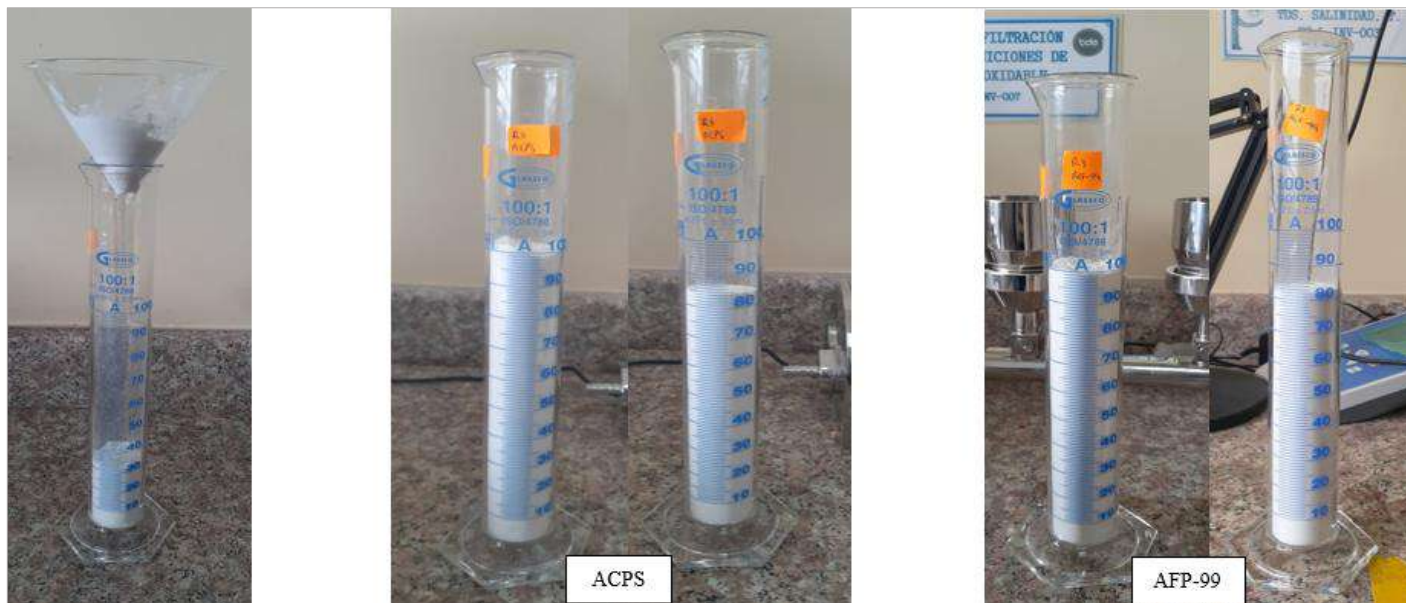


t)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	“OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIETADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA- 99 (Solanum tuberosum) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS”		
s) Preparación y medición de la viscosidad del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99. t) Preparación y medición de la temperatura de gelatinización del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99.	<input type="checkbox"/> <b>Aprobado</b> <input type="checkbox"/> <b>Preliminar</b> <input type="checkbox"/> <b>Certificado</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Aprobar</b> <input type="checkbox"/> <b>Información</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Calificar</b>	FACULTAD DE CIENCIAS  CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA  ELABORADO POR:  Guamán Cargua, Germania, 2022.	LÁMINA	ESCALA	FECHA
			9	1:1	24/01/2022



Continuación- ANEXO B



u)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	<p style="text-align: center;"><b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b></p> <p style="text-align: center;"><b>FACULTAD DE CIENCIAS</b></p> <p style="text-align: center;"><b>CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b></p> <p style="text-align: center;">ELABORADO POR: Guamán Cargua, Germania, 2022.</p>	<p style="text-align: center;"><b>“OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIETADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA- 99 (Solanum tuberosum) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS”</b></p>		
<p>u) Densidad Aparente del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa-99 suelto y empacado .</p>	<input type="checkbox"/> <b>Aprobado</b> <input type="checkbox"/> <b>Preliminar</b> <input type="checkbox"/> <b>Certificado</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Aprobar</b> <input type="checkbox"/> <b>Información</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Calificar</b>		LÁMINA	ESCALA	FECHA
			<b>10</b>	<b>1:1</b>	<b>24/01/2022</b>

Continuación - ANEXO B



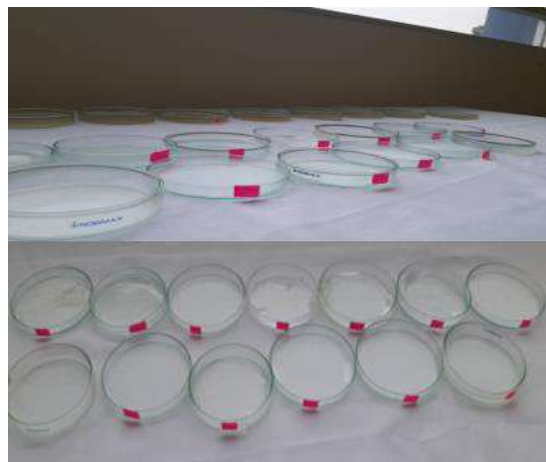
v)



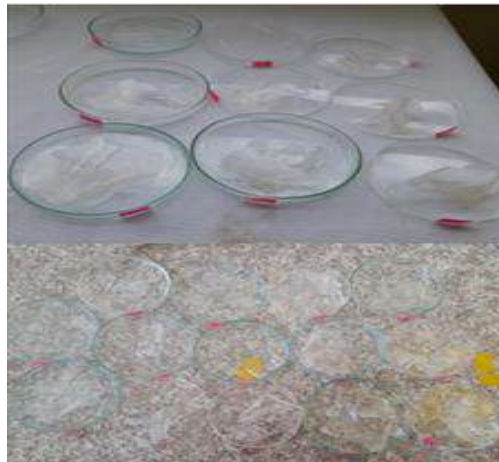
w)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b> ELABORADO POR: Guamán Cargua, Germania, 2022.			<b>“OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA-99 (Solanum tuberosum) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS”</b>		
v) Sensibilidad del almidón de cáscara de papa Superchola. w) Sensibilidad del almidón de cáscara de papa Fri papa-99.	<input type="checkbox"/> <b>Aprobado</b> <input type="checkbox"/> <b>Preliminar</b> <input type="checkbox"/> <b>Certificado</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Aprobar</b> <input type="checkbox"/> <b>Información</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Calificar</b>	LÁMINA	ESCALA	FECHA			
		11	1:1	24/01/2022			

**ANEXO C. FORMULACIONES PRELIMINARES A LA OBTENCIÓN DE LA BIOPELÍCULA**



a)



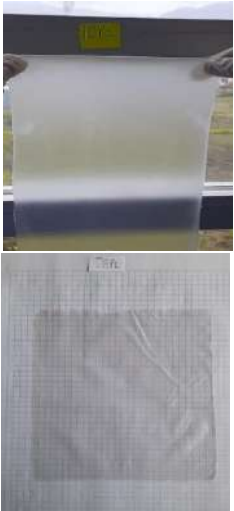
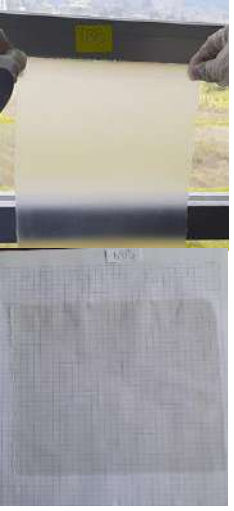
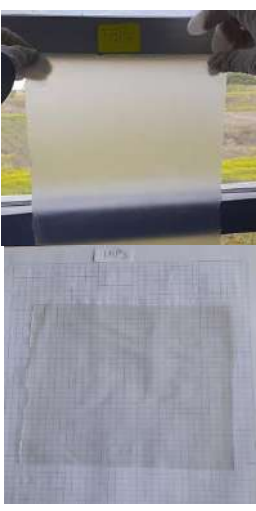
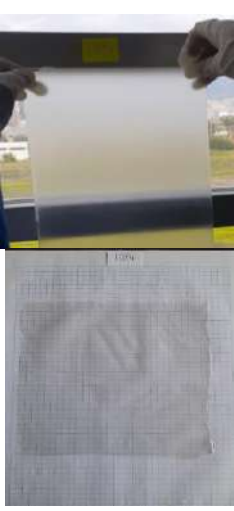
b)



c)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA	“OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA-99 (Solanum tuberosum) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS”		
a) Secado a temperatura ambiente de las formulaciones preliminares a la obtención de la biopelícula a partir del almidón de cáscara de papa Superchola y Fripapa -99, y aditivos. b) Desmoldamiento de la biopelícula, después de 5 días. c) Evaluación sensorial de la biopelícula.	<input type="checkbox"/> <b>Aprobado</b> <input type="checkbox"/> <b>Preliminar</b> <input type="checkbox"/> <b>Certificado</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Aprobar</b> <input type="checkbox"/> <b>Información</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Calificar</b>		LÁMINA	ESCALA	FECHA
				ELABORADO POR: Guamán Cargua, Germania, 2022.	12

**ANEXO D. BIOPELÍCULA OBTENIDA, SEGÚN DISEÑO FACTORIAL 2<sup>2</sup>**

 <p style="text-align: center;"><b>a)</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>b)</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>c)</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>d)</b></p>						
<p style="text-align: center;"><b>NOTAS</b></p> <p>a) Tratamiento de Biopelícula 1 (TBP1), ligeramente transparente a distancia lejana y transparente a distancia cercana.</p> <p>b) Tratamiento de Biopelícula 2 (TBP2), ligeramente transparente a distancia lejana y transparente a distancia cercana.</p> <p>c) Tratamiento de Biopelícula 3 (TBP3), ligeramente transparente a distancia lejana y transparente a distancia cercana.</p> <p>d) Tratamiento de Biopelícula 4 (TBP4), ligeramente transparente a distancia lejana y transparente a distancia cercana.</p>	<p style="text-align: center;"><b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</b></p> <p><input type="checkbox"/> <b>Aprobado</b>                      <input type="checkbox"/> <b>Preliminar</b></p> <p><input type="checkbox"/> <b>Certificado</b>                      <input type="checkbox"/> <b>Por Aprobar</b></p> <p><input type="checkbox"/> <b>Información</b>                      <input type="checkbox"/> <b>Por Calificar</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b></p> <p style="text-align: center;"><b>FACULTAD DE CIENCIAS</b></p> <p style="text-align: center;"><b>CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b></p> <p style="text-align: center;">ELABORADO POR:</p> <p style="text-align: center;">Guamán Cargua, Germania, 2022.</p>	<p style="text-align: center;"><b>“OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIETADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA- 99 (Solanum tuberosum) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS”</b></p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th data-bbox="1597 1023 1731 1082">LÁMINA</th> <th data-bbox="1731 1023 1872 1082">ESCALA</th> <th data-bbox="1872 1023 2002 1082">FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1597 1082 1731 1313">13</td> <td data-bbox="1731 1082 1872 1313">1:1</td> <td data-bbox="1872 1082 2002 1313">24/01/2022</td> </tr> </tbody> </table>	LÁMINA	ESCALA	FECHA	13	1:1	24/01/2022
LÁMINA	ESCALA	FECHA							
13	1:1	24/01/2022							



**ANEXO E. CARACTERIZACIÓN DE LA BIOPELÍCULA OBTENIDA A PARTIR DEL ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA 99 (*Solanum tuberosum*) Y ADITIVOS, SEGÚN DISEÑO FACTORIAL 2<sup>2</sup>**



a)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	<p align="center"> <b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>  <b>CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>                        ELABORADO POR:                      Guamán Cargua, Germania, 2022.                 </p>	“OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA-99 ( <i>Solanum tuberosum</i> ) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS”		
a) Medición del espesor de los tratamientos de la biopelícula obtenida, en diferentes partes de la misma.	<input type="checkbox"/> <b>Aprobado</b> <input type="checkbox"/> <b>Preliminar</b> <input type="checkbox"/> <b>Certificado</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Aprobar</b> <input type="checkbox"/> <b>Información</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Calificar</b>		LÁMINA	ESCALA	FECHA
				14	1:1

Continuación - ANEXO E



b)



c)



d)



e)



f)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  FACULTAD DE CIENCIAS  CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA  ELABORADO POR: Guamán Cargua, Germania, 2022.	“OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA-99 (Solanum tuberosum) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS”		
b) Pesaje de la cápsula de porcelana tarada. c) Pesaje de la biopelícula de 2.5 cm x 2.5 cm, de acuerdo al tratamiento con sus repeticiones. d) Las capsulas con las biopelículas son llevadas a la estufa con circulación de aire a $105 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 24 h. e) Enfriamiento de las cápsulas. f) Toma del peso final de la biopelícula para el cálculo del porcentaje de humedad.	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar  <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Aprobar  <input type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por Calificar		LÁMINA	ESCALA	FECHA
			15	1:1	24/01/2022

Continuación - ANEXO E



g)



h)



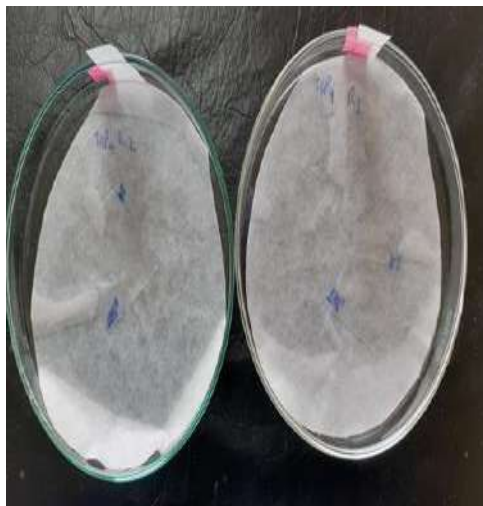
i)



j)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS</p> <p>CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>ELABORADO POR: Guamán Cargua, Germania, 2022.</p>	<p>“OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA- 99 (Solanum tuberosum) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS”</p>		
<p>g) Toma de cada Tratamiento de Biopelícula con sus repeticiones del ensayo anterior (humedad).</p> <p>h) Adición de 80 mL de agua a cada Tratamiento de Biopelícula.</p> <p>i) Agitación a 100 rpm a 20°C durante 1 h.</p> <p>j) Filtrado de cada Tratamiento de Biopelícula.</p>	<p><input type="checkbox"/> Aprobado      <input type="checkbox"/> Preliminar</p> <p><input type="checkbox"/> Certificado      <input type="checkbox"/> Por Aprobar</p> <p><input type="checkbox"/> Información      <input type="checkbox"/> Por Calificar</p>		LÁMINA	ESCALA	FECHA
			16	1:1	24/01/2022

Continuación - ANEXO E



k)



l)



m)

n)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS</p> <p>CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>ELABORADO POR:</p> <p>Guamán Cargua, Germania, 2022.</p>	“OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA-99 ( <i>Solanum tuberosum</i> ) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS”		
<p>k) El papel filtro que contiene a cada Tratamiento de Biopelícula son puestos en cajas Petri.</p> <p>l) Los Tratamientos de Biopelícula son llevados a la estufa.</p> <p>m) Los Tratamientos de Biopelícula son enfriados en un desecador.</p> <p>n) Toma del peso final del tratamiento de cada biopelícula para el cálculo del porcentaje de solubilidad en agua.</p>	<p><input type="checkbox"/> Aprobado      <input type="checkbox"/> Preliminar</p> <p><input type="checkbox"/> Certificado      <input type="checkbox"/> Por Aprobar</p> <p><input type="checkbox"/> Información      <input type="checkbox"/> Por Calificar</p>		LÁMINA	ESCALA	FECHA
			17	1:1	24/01/2022



Continuación - ANEXO E



ñ)



o)



p)



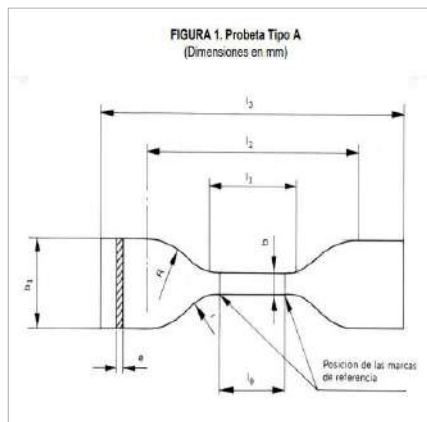
q)



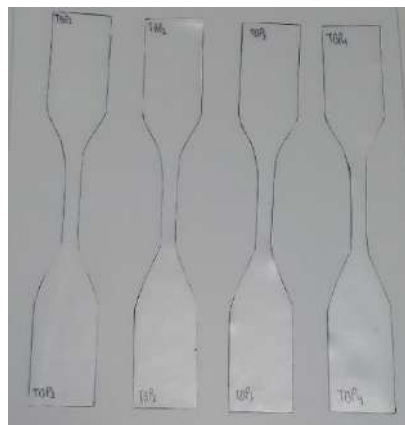
r)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	<p style="text-align: center;"><b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b></p> <p style="text-align: center;"><b>FACULTAD DE CIENCIAS</b></p> <p style="text-align: center;"><b>CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b></p> <p style="text-align: center;">ELABORADO POR: Guamán Cargua, Germania, 2022.</p>	<p style="text-align: center;"><b>“OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIETADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA- 99 (Solanum tuberosum) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS”</b></p>		
<p>ñ) Adición del desecante previamente activado a cada tubo de ensayo.</p> <p>o) Sellado hermético de cada Tratamiento de Biopelícula con su repetición.</p> <p>p) Registro del peso inicial del tubo herméticamente sellado.</p> <p>q) Cada tubo se coloca en el desecador (cámara ambiental)</p> <p>r) Toma de pesos después de una hora. Esto se realiza durante seis horas en un día.</p>	<p><input type="checkbox"/> <b>Aprobado</b>      <input type="checkbox"/> <b>Preliminar</b></p> <p><input type="checkbox"/> <b>Certificado</b>    <input type="checkbox"/> <b>Por Aprobar</b></p> <p><input type="checkbox"/> <b>Información</b>    <input type="checkbox"/> <b>Por Calificar</b></p>		LÁMINA	ESCALA	FECHA
			18	1:1	24/01/2022

Continuación - ANEXO E



s)



t)

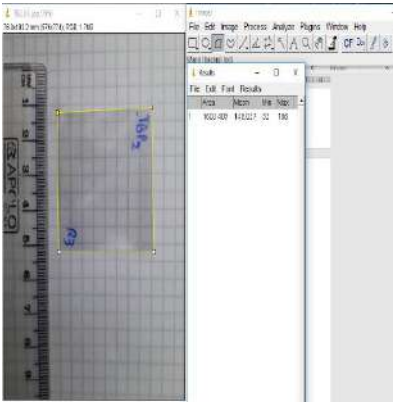





u)

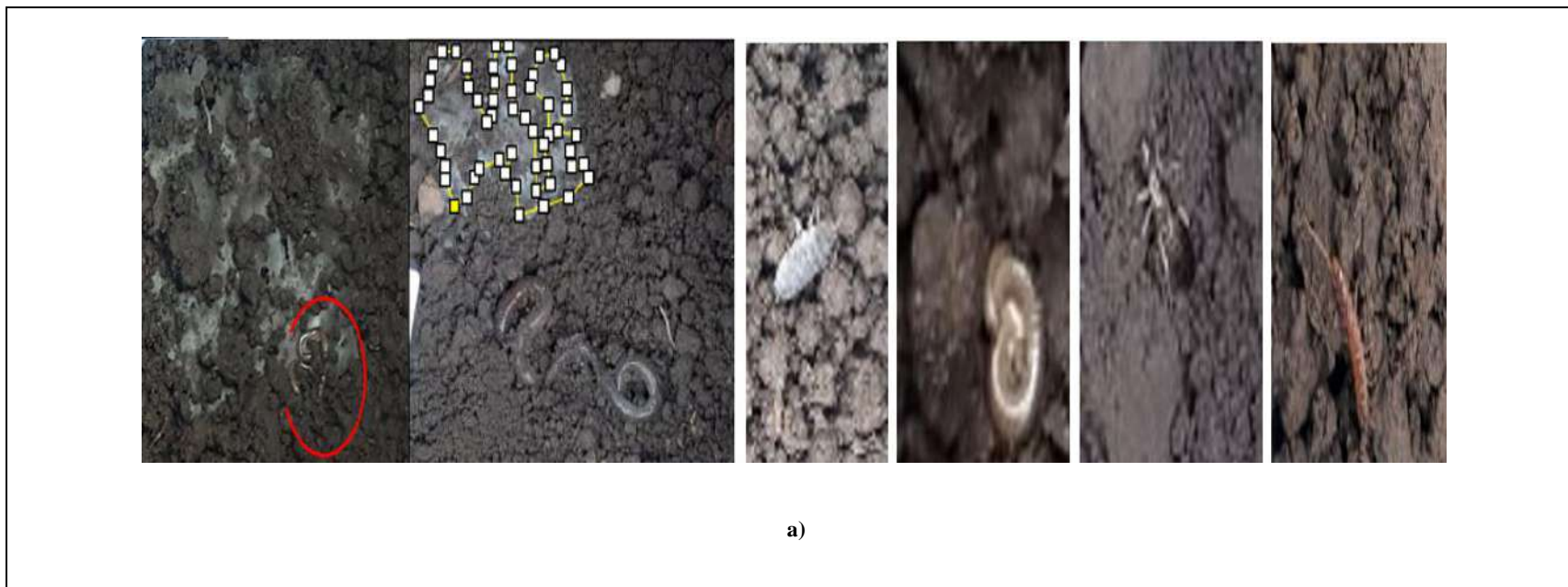
v)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	<p style="text-align: center;"><b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b></p> <p style="text-align: center;"><b>FACULTAD DE CIENCIAS</b></p> <p style="text-align: center;"><b>CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b></p> <p style="text-align: center;">ELABORADO POR: Guamán Cargua, Germania, 2022.</p>	<p style="text-align: center;"><b>“OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIETADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA- 99 (Solanum tuberosum) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS”</b></p>							
<p>s) Probeta Tipo A de la NTE INEN 2043:2013</p> <p>t) Tratamiento de Biopelícula (TBP1, TBBP2, TBP3 y TBP4).</p> <p>u) Máquina universal de ensayos - WAW600B</p> <p>v) Propiedades Mecánicas</p>	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"><input type="checkbox"/> <b>Aprobado</b></td> <td style="width: 50%; border: none;"><input type="checkbox"/> <b>Preliminar</b></td> </tr> <tr> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> <b>Certificado</b></td> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> <b>Por Aprobar</b></td> </tr> <tr> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> <b>Información</b></td> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> <b>Por Calificar</b></td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/> <b>Aprobado</b>	<input type="checkbox"/> <b>Preliminar</b>	<input type="checkbox"/> <b>Certificado</b>	<input type="checkbox"/> <b>Por Aprobar</b>	<input type="checkbox"/> <b>Información</b>	<input type="checkbox"/> <b>Por Calificar</b>	LÁMINA	ESCALA
		<input type="checkbox"/> <b>Aprobado</b>	<input type="checkbox"/> <b>Preliminar</b>							
<input type="checkbox"/> <b>Certificado</b>	<input type="checkbox"/> <b>Por Aprobar</b>									
<input type="checkbox"/> <b>Información</b>	<input type="checkbox"/> <b>Por Calificar</b>									
			<b>19</b>	<b>1:1</b>	<b>24/01/2022</b>					

Continuación - ANEXO E

 <p style="text-align: center;">w)</p>	 <p style="text-align: center;">x)</p>	 <p style="text-align: center;">y)</p>	 <p style="text-align: center;">z)</p>						
<p style="text-align: center;"><b>NOTAS</b></p> <p>w) Uso del programa de ImageJ, para determinar el porcentaje de biodegradabilidad por pérdida de área de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2<sup>2</sup> con sus repeticiones en el ambiente, suelo y agua.</p> <p>x) Tratamientos con sus repeticiones en el ambiente.</p> <p>y) Tratamientos con sus repeticiones en el suelo.</p> <p>z) Tratamientos con sus repeticiones en el agua.</p>	<p style="text-align: center;"><b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</b></p> <p><input type="checkbox"/> Aprobado      <input type="checkbox"/> Preliminar</p> <p><input type="checkbox"/> Certificado      <input type="checkbox"/> Por Aprobar</p> <p><input type="checkbox"/> Información      <input type="checkbox"/> Por Calificar</p>	<p style="text-align: center;"><b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b></p> <p style="text-align: center;"><b>FACULTAD DE CIENCIAS</b></p> <p style="text-align: center;"><b>CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b></p> <p style="text-align: center;">ELABORADO POR: Guamán Cargua, Germania, 2022.</p>	<p style="text-align: center;"><b>“OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA- 99 (Solanum tuberosum) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS”</b></p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">LÁMINA</th> <th style="width: 33%;">ESCALA</th> <th style="width: 33%;">FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20</td> <td>1:1</td> <td>24/01/2022</td> </tr> </tbody> </table>	LÁMINA	ESCALA	FECHA	20	1:1	24/01/2022
LÁMINA	ESCALA	FECHA							
20	1:1	24/01/2022							

**ANEXO F. MICROORGANISMOS ENCONTRADOS EN LA BIODEGRADABILIDAD POR PÉRDIDA DE ÁREA DE LA BIOPELÍCULA OBTENIDA, SEGÚN DISEÑO FACTORIAL EN EL SUELO A LOS 7 DÍAS**

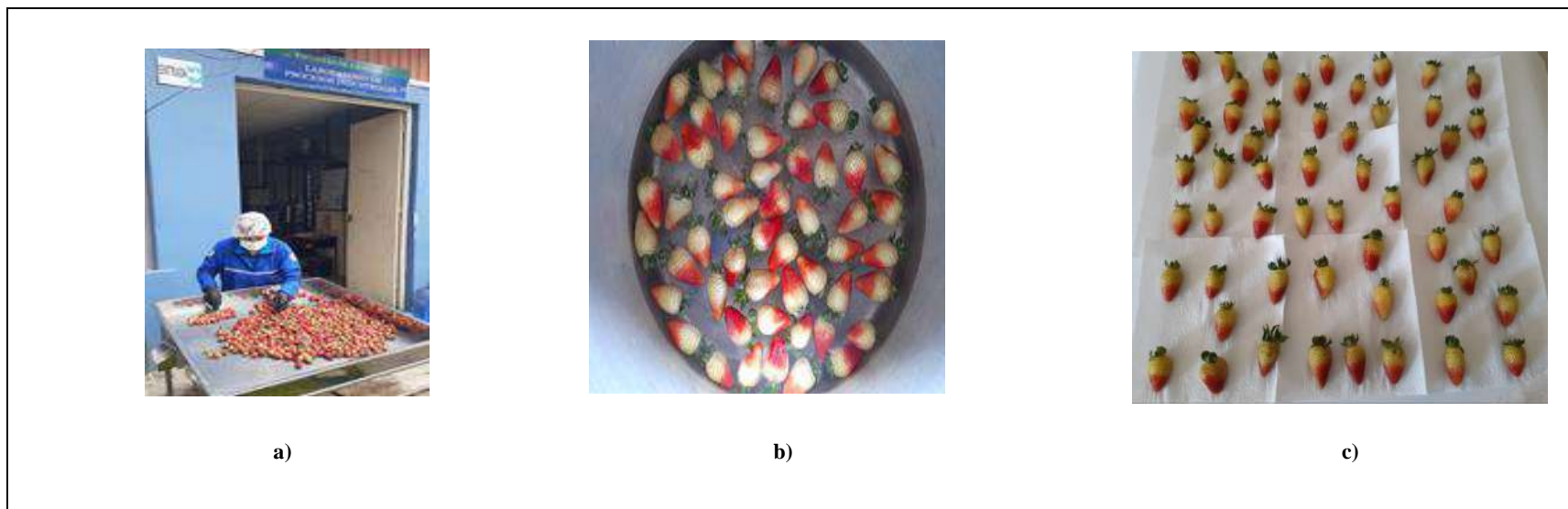


a)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	“OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIETADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA- 99 (Solanum tuberosum) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS”					
a) Microorganismos encontrados sobre y alrededor de la biopelícula obtenida, según diseño factorial 2 <sup>2</sup> . Cabe mencionar que se evidenció perforaciones en la biopelícula.	<input type="checkbox"/> <b>Aprobado</b>	FACULTAD DE CIENCIAS  CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA  ELABORADO POR:  Guamán Cargua, Germania, 2022.	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1594 1098 1733 1161">LÁMINA</th> <th data-bbox="1733 1098 1872 1161">ESCALA</th> <th data-bbox="1872 1098 2004 1161">FECHA</th> </tr> </thead> </table>			LÁMINA	ESCALA	FECHA
	LÁMINA		ESCALA	FECHA				
	<input type="checkbox"/> <b>Preliminar</b>		21	1:1	24/01/2022			
<input type="checkbox"/> <b>Certificado</b>								
<input type="checkbox"/> <b>Por Aprobar</b>	<input type="checkbox"/> <b>Información</b>							



**ANEXO G. ACONDICIONAMIENTO DE MATERIA PRIMA: FRESA FRESCA USADA PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL ALIMENTO MEDIANTE ANÁLISIS SENSORIAL**








a)

b)















c)

<b>NOTAS</b>	<b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>  <b>CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>  ELABORADO POR:  Guamán Cargua, Germania, 2022.	<b>“OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIETADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA- 99 (Solanum tuberosum) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS”</b>		
a) Selección de la materia prima. b) Lavado de fresas frescas. c) Secado de las fresas al aire.	<input type="checkbox"/> <b>Aprobado</b> <input type="checkbox"/> <b>Preliminar</b>  <input type="checkbox"/> <b>Certificado</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Aprobar</b>  <input type="checkbox"/> <b>Información</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Calificar</b>		<b>LÁMINA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>
			22	1:1	24/01/2022















**ANEXO H. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LA FRESA SIN RECUBRIMIENTO (FSE), MEDIANTE ANÁLISIS SENSORIAL**

FRESA SIN RECUBRIMIENTO ( FSE)					
DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	
(18/05/2021)	(19/05/2021)	(20/05/2021)	(21/05/2021)	(22/05/2021)	
					
a)					
<b>NOTAS</b>	<b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</b>		<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>  <b>CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>  ELABORADO POR:  Guamán Cargua, Germania, 2022.		
a) Tiempo de vida útil de la fresa sin recubrimiento (FSE), mediante análisis sensorial; desde el día 1 al 5 que presentó hongo visible.	<input type="checkbox"/> <b>Aprobado</b>	<input type="checkbox"/> <b>Preliminar</b>			
	<input type="checkbox"/> <b>Certificado</b>	<input type="checkbox"/> <b>Por Aprobar</b>			
	<input type="checkbox"/> <b>Información</b>	<input type="checkbox"/> <b>Por Calificar</b>			
			<b>“OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIETADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA- 99 (Solanum tuberosum) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS”</b>		
			<b>LÁMINA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>
			23	1:1	24/01/2022

**ANEXO I. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LA FRESA CON RECUBRIMIENTO DE LA BIOPELÍCULA OBTENIDA SEGÚN DISEÑO FACTORIAL 2<sup>2</sup>, MEDIANTE ANÁLISIS SENSORIAL**





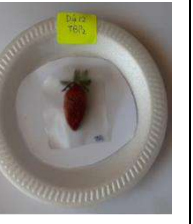







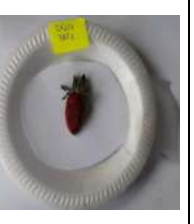

FRESA CON RECUBRIMIENTO TRATAMIENTO DE BIOPELÍCULA 1 (TBP1)						
DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7
(18/05/2021)	(19/05/2021)	(20/05/2021)	(21/05/2021)	(22/05/2021)	(23/05/2021)	(24/05/2021)
						
						
a)						
<b>NOTAS</b>	<b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</b>		<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>		<b>“OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA-99 (Solanum tuberosum) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS”</b>	
a) Tiempo de vida útil de la fresa con recubrimiento de la biopelícula obtenida (TBP1), mediante análisis sensorial; desde el día 1 al 7 que presentó hongo visible.	<input type="checkbox"/> <b>Aprobado</b>		<input type="checkbox"/> <b>Preliminar</b>		<b>LÁMINA</b>	<b>ESCALA</b>
	<input type="checkbox"/> <b>Certificado</b>		<input type="checkbox"/> <b>Por Aprobar</b>		<b>24</b>	<b>1:1</b>
	<input type="checkbox"/> <b>Información</b>		<input type="checkbox"/> <b>Por Calificar</b>		<b>FECHA</b>	<b>24/01/2022</b>
			FACULTAD DE CIENCIAS			
			CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA			
			ELABORADO POR:			
			Guamán Cargua, Germania, 2022.			

Continuación – ANEXO I













FRESA CON RECUBRIMIENTO TRATAMIENTO DE BIOPELÍCULA 2 ( TBP2)							
DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	
(18/05/2021)	(19/05/2021)	(20/05/2021)	(21/05/2021)	(22/05/2021)	(23/05/2021)	(24/05/2021)	
							
							
b)							
<b>NOTAS</b>	<b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</b>		<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>		<b>“OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA-99 (Solanum tuberosum) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS”</b>		
b) Tiempo de vida útil de la fresa con recubrimiento de la biopelícula obtenida (TBP2), mediante análisis sensorial; desde el día 1 al 14 que presentó hongo visible.	<input type="checkbox"/> <b>Aprobado</b> <input type="checkbox"/> <b>Preliminar</b> <input type="checkbox"/> <b>Certificado</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Aprobar</b> <input type="checkbox"/> <b>Información</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Calificar</b>		<b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>  <b>CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>  ELABORADO POR:  Guamán Cargua, Germania, 2022.		<b>LÁMINA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>
					<b>25</b>	<b>1:1</b>	<b>24/01/2022</b>



Continuación – ANEXO I

FRESA CON RECUBRIMIENTO TRATAMIENTO DE BIOPELÍCULA 2 ( TBP2)							
DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14	
(25/05/2021)	(26/05/2021)	(27/05/2021)	(28/05/2021)	(29/05/2021)	(30/05/2021)	(31/05/2021)	
							
							
b)							
<b>NOTAS</b>	<b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</b>		<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>		<b>“OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIETADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA- 99 (Solanum tuberosum) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS”</b>		
b) Continuación del tiempo de vida útil de la fresa con recubrimiento de la biopelícula obtenida (TBP2), mediante análisis sensorial; desde el día 1 al 14 que presentó hongo visible.	<input type="checkbox"/> <b>Aprobado</b> <input type="checkbox"/> <b>Preliminar</b> <input type="checkbox"/> <b>Certificado</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Aprobar</b> <input type="checkbox"/> <b>Información</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Calificar</b>		<b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>		<b>LÁMINA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>
			<b>CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>		<b>26</b>	<b>1:1</b>	<b>24/01/2022</b>
			ELABORADO POR: Guamán Cargua, Germania, 2022.				

Continuación – ANEXO I

FRESA CON RECUBRIMIENTO TRATAMIENTO DE BIOPELÍCULA 3 (TBP3)						
DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	
(18/05/2021)	(19/05/2021)	(20/05/2021)	(21/05/2021)	(22/05/2021)	(23/05/2021)	
						
						
c)						
NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA		ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  FACULTAD DE CIENCIAS  CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA  ELABORADO POR:  Guamán Cargua, Germania, 2022.	“OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA-99 (Solanum tuberosum) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS”		
c) Tiempo de vida útil de la fresa con recubrimiento de la biopelícula obtenida (TBP3), mediante análisis sensorial; desde el día 1 al 6 que presentó hongo visible.	<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Preliminar		<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Por Aprobar	<input type="checkbox"/> Información
				LÁMINA	ESCALA	FECHA
				27	1:1	24/01/2022

Continuación – ANEXO I



d)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  FACULTAD DE CIENCIAS  CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA  ELABORADO POR:  Guamán Cargua, Germania, 2022.	“OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA-99 (Solanum tuberosum) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS”		
	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar  <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Aprobar  <input type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por Calificar		LÁMINA	ESCALA	FECHA
d) Tiempo de vida útil de la fresa con recubrimiento de la biopelícula obtenida (TBP4), mediante análisis sensorial; desde el día 1 al 7 que presentó hongo visible.			28	1:1	24/01/2022

**ANEXO J. RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA BIOPELÍCULA  
OBTENIDA, SEGÚN DISEÑO FACTORIAL 2<sup>2</sup>**



Ing. J. Anibal Viñán B. MsC.

<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	
<b>ENSAYO DE TRACCIÓN</b>	
Denominación: RG 16 - 1	
N° 01	
SOLICITADO POR:	Germana Alejandra Guzmán Cargua
PROYECTO DE TESIS:	"OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA - 99 (Solanan Tuberosum) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS
DIRECCION:	ESPOCH - FAC. DE CIENCIAS ESC. ING. QUÍMICA
TIPO DE MATERIAL:	BIOPELÍCULA
MATERIAL:	LÁMINA DE PLÁSTICO
FECHA DE FABRICACIÓN:	2021 - 06
NORMA UTILIZADA:	NTE INEN 2635 012
FECHA DE ENSAYO:	23-jun-21
EQUIPO UTILIZADO: MÁQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS - WAW600B	
MARCA: JINAN LIANGONG TESTING TECHNOLOGY CO., LTD	
SERIE: 7136	CERTIFICADO: LNM-F-201650006 CÓD IDENT: M2
DESIGNACIÓN DEL MATERIAL	TBPI
CARACTERÍSTICA	TRANSPARENTE
ESPESOR [mm]	0.32
ANCHURA [mm]	7.05
LONGITUD INICIAL [mm]	25.00
SECCION TRANSVERSAL [mm <sup>2</sup> ]	0.84
MODELO DE ELASTICIDAD [MPa]	3.634 E+00
CARGA DE FLUENCIA [N]	1.11
ESFUERZO DE FLUENCIA [MPa]	1.32
CARGA MÁXIMA [N]	1.29
ESFUERZO MÁXIMO [MPa]	1.52
PORCENTAJE DE ELONGACION [%]	5.64
OBSERVACIONES:	

Aprobado por:

Ing. Anibal Viñán B. M.Sc.  
 GERENTE DEL LABORATORIO  
 ENSAYO DE MATERIALES

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYO DE TRACCIÓN	
Denominación: RG 1B - 1	
N° 02	
SOLICITADO POR:	Germania Alejandra Guzmán Cargua
PROYECTO DE TESIS:	OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA - 99 (Solense Tuberosa) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS
DIRECCIÓN:	ESPOCH - FAC. DE CIENCIAS ESC. ING. QUÍMICA
TIPO DE MATERIAL:	BIOPELÍCULA
MATERIAL:	LÁMINA DE PLÁSTICO
FECHA DE FABRICACIÓN:	2021 - 06
NORMA UTILIZADA:	NTE INEN 2635-012
FECHA DE ENSAYO:	23-Jun-21
EQUIPO UTILIZADO:	MAQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS - WAW660B
MARCA:	JINAN LIANGONG TESTING TECHNOLOGY CO., LTD
SERIE:	7136
CERTIFICADO:	LSM-E-201650096
CÓD IDENT:	M2
DESIGNACIÓN DEL MATERIAL:	TBP2
CARACTERÍSTICA:	TRANSPARENTE
ESPESOR [mm]	0.15
ANCHURA [mm]	6.72
LONGITUD INICIAL [mm]	25.00
SECCION TRANSVERSAL [mm <sup>2</sup> ]	1.01
MÓDULO DE ELASTICIDAD [MPa]	3.568 E+00
CARGA DE FLUENCIA [N]	3.42
ESFUERZO DE FLUENCIA [MPa]	1.46
CARGA MÁXIMA [N]	1.68
ESFUERZO MÁXIMO [MPa]	1.66
PORCENTAJE DE ELONGACION [%]	7.92
OBSERVACIONES:	

Aprobado por:



Ing. Anibal Viñán B. MsC.  
GERENTE DEL LABORATORIO  
ENSAYO DE MATERIALES



INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYO DE TRACCIÓN	
Denominación: RG 18 - 1	
N° 03	
SOLICITADO POR:	Germania Alejandra Guanis Cargua
PROYECTO DE TESIS:	OBTENCIÓN DE UNA BIOPÉLICULA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA -99 (Solana Tuberosa) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS
DIRECCION:	ESPOCH - FAC. DE CIENCIAS ESC. ING. QUÍMICA
TIPO DE MATERIAL:	BIOPÉLICULA
MATERIAL:	LÁMINA DE PLÁSTICO
FECHA DE FABRICACIÓN:	2021-06
NORMA UTILIZADA:	NTE INEN 2635-013
FECHA DE ENSAYO:	23-jun-21
EQUIPO UTILIZADO: MÁQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS - WAW600B	
MARCA: JINAN LIANGONG TESTING TECHNOLOGY CO., LTD	
SERIE: 7136	CERTIFICADO: LNM-F-20165006 CÓD IDENT: M2
DESIGNACIÓN DEL MATERIAL:	TBP3
CARACTERÍSTICA:	TRANSPARENTE
ESPESOR [mm]	0.17
ANCHURA [mm]	7.31
LONGITUD INICIAL [mm]	25.00
SECCION TRANSVERSAL [mm <sup>2</sup> ]	1.24
MÓDULO DE ELASTICIDAD [MPa]	2.840.E+00
CARGA DE FLUENCIA [N]	0.96
ESFUERZO DE FLUENCIA [MPa]	0.77
CARGA MÁXIMA [N]	1.11
ESFUERZO MÁXIMO [MPa]	0.89
PORCENTAJE DE ELONGACION [%]	8.20
OBSERVACIONES:	

Aprobado por:



Ing. Anibal Viñán B. MsC.  
GERENTE DEL LABORATORIO  
ENSAYO DE MATERIALES

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYO DE TRACCIÓN	
Denominación: RG 19 - 1	
N° 04	
SOLICITADO POR:	Germano Alejandra Guarnán Cargua
PROYECTO DE TESIS:	"OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOCA Y FRIPAPA - 99 (Solomon Taborsan) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS
DIRECCION:	ESPOCH - FAC. DE CIENCIAS ESC. ING. QUÍMICA
TIPO DE MATERIAL:	BIOPELÍCULA
MATERIAL:	LAMINA DE PLÁSTICO
FECHA DE FABRICACIÓN:	2021 - 06
NORMA UTILIZADA:	NTE INEN 2635-012
FECHA DE ENSAYO:	22-jun-21
EQUIPO UTILIZADO:	MAQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS - WAW600B
MARCA:	JINAN LIANGONG TESTING TECHNOLOGY CO., LTD
SERIE:	7136
CERTIFICADO:	LNM-F-201650906
CÓD IDENT:	M2
DESIGNACIÓN DEL MATERIAL	TBP4
CARACTERÍSTICA	TRANSPARENTE
ESPESOR [mm]	0.15
ANCHURA [mm]	6.85
LONGITUD INICIAL [mm]	25.00
SECCION TRANSVERSAL [mm <sup>2</sup> ]	1.03
MODULO DE ELASTICIDAD [MPa]	3.665 E+00
CARGA DE FLUENCIA [N]	1.15
ESFUERZO DE FLUENCIA [MPa]	1.12
CARGA MAXIMA [N]	1.34
ESFUERZO MAXIMO [MPa]	1.31
PORCENTAJE DE ELONGACION [%]	7.04
OBSERVACIONES:	

Aprobado por:



Ing. Anibal Viñán B. MsC.  
GERENTE DEL LABORATORIO  
ENSAYO DE MATERIALES

**ANEXO K. RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA-99**



**RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE MUESTRAS DE DOS VARIEDADES DE CÁSCARA DE PAPA**

<b>NOMBRE:</b> Germania Alejandra Guzmán Cargua	
<b>TIPO DE MUESTRA</b>	
<b>Muestra 1</b>	Cáscara papa Superchola (Base seca).
<b>Muestra 2</b>	Cáscara papa Fripapa - 99 (Base seca).
<b>FECHA DE ENTREGA DE MUESTRA:</b> 11/11/2020	
<b>FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS:</b> 25/11/2020	

**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO**

**Muestra 1:** Cáscara papa Superchola (Base seca).

**Muestra 2:** Cáscara papa Fripapa - 99 (Base seca).

Determinaciones	Unidades	* Métodos de Análisis	Muestra 1	Muestra 2
Fibra cruda	%	Método gravimétrico Digestión ácida y básica	1,224	1,492





**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

**Muestra 1:** Cáscara papa Superchola (Base seca).

**Muestra 2:** Cáscara papa Fripapa -- 99 (Base seca).

Muestra 1			
Determinaciones	Unidades	*Valores de referencia	Resultados
Coliformes Totales	UFC/g		5
Coliformes Focales ( <i>Escherichia coli</i> )	UFC/g	< 10	Ausencia
Mohos y levaduras	UFC/g	$1,0 \times 10^{-2}$	Ausencia

Valores de Referencia tomados de la NTE INEN 2996

Muestra 2			
Determinaciones	Unidades	*Valores de referencia	Resultados
Coliformes Totales	UFC/g		2
Coliformes Focales ( <i>Escherichia coli</i> )	UFC/g	< 10	Ausencia
Mohos y levaduras	UFC/g	$1,0 \times 10^{-2}$	Ausencia

Valores de Referencia tomados de la NTE INEN 2996

Atentamente,



Dra. Gina Alvarez R.  
RESPONSABLE TÉCNICO LABORATORIO

**Nota:** El presente informe, afecta únicamente a las muestras analizadas.

ANEXO L. RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL  
ALMIDÓN DE CÁSCARA PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA-99



**saqmic**

LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS  
QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN AGUA Y ALIMENTOS

**RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE  
MUESTRAS DE ALMIDÓN DE DOS VARIEDADES DE CÁSCARA DE PAPA**

NOMBRE: Germana Alejandra Guamán Cargua	
TIPO DE MUESTRA	
Muestra 1-1	Almidón de cáscara papa Superchola
Muestra 2-2	Almidón de cáscara papa Fripapa - 99
FECHA DE ENTREGA DE MUESTRA: 05/01/2021	
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS: 02/03/2021	

**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO**

Muestra 1-1: Almidón de cáscara papa Superchola.

Muestra 2-2: Almidón de cáscara papa Fripapa - 99.

Determinaciones	Unidades	* Métodos de Análisis	Muestra 1-1	Muestra 2-2
Proteína cruda	%	Micro Kjeldahl	0,261	0,383
Fibra cruda	%	Método gravimétrico Digestión ácida y básica	0,070	0,059



**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

**Muestra 1-1:** Almidón de cáscara papa Superchola.

**Muestra 2-2:** Almidón de cáscara papa Fripapa - 99.

Muestra 1-1			
Determinaciones	Unidades	*Valores de referencia	Resultados
Coliformes Totales	UFC/g		6
Coliformes Fecales ( <i>Escherichia coli</i> )	UFC/g	<10	Ausencia
Mohos y levaduras	UFC/g	1000-5000	Ausencia

Valores de Referencia tomados de la Guía Técnica para producción y análisis de almidón de Yuca (FAO 2007).

Muestra 2-2			
Determinaciones	Unidades	*Valores de referencia	Resultados
Coliformes Totales	UFC/g		8
Coliformes Fecales ( <i>Escherichia coli</i> )	UFC/g	<10	Ausencia
Mohos y levaduras	UFC/g	1000-5000	Ausencia

Valores de Referencia tomados de la Guía Técnica para producción y análisis de almidón de Yuca (FAO 2007).

Atentamente,



Dra. Gina Álvarez R.  
RESPONSABLE TÉCNICO LABORATORIO.

**Nota:** El presente informe, afecta únicamente a las muestras analizadas.

ANEXO M. RESULTADOS DE LA CANTIDAD DE AMILOSA DEL ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA SUPERCHOLA Y FRIPAPA-99

MC-LSAIA/2201-03



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS  
 ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA  
 DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD  
 LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS  
Panamericana Sur Km. 1, Cutuglagua Tfs. 2690691-3007134, Fax 3007134  
 Casilla postal 17-01-340



**INFORME DE ENSAYO No: 21-012**

<b>NOMBRE PETICIONARIO:</b> Srta. Germania Alejandra Guamán	<b>INSTITUCIÓN:</b> Particular	
<b>DIRECCION:</b> Chambo	<b>ATENCIÓN:</b> Srta. Germania Guamán	
<b>FECHA DE EMISIÓN:</b> 02/02/2021	<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b> 14/01/2021	
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b> Del 14 al 29 de enero de 2021	<b>HORA DE RECEPCIÓN:</b> 12H04	
	<b>ANÁLISIS SOLICITADO:</b> Amilosa	

ANÁLISIS	HUMEDAD	AMILOSA <sup>Q</sup>				IDENTIFICACIÓN
<b>METODO</b>	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-04				
<b>METODO REF.</b>	U. FLORIDA 1970					
<b>UNIDAD</b>	%	%				
21-0018	16,68	30,31				Almidón de cáscara de papa SUPER CHOLA
21-0019	17,14	24,44				Almidón de cáscara de papa FRIPAPA-999

Los ensayos marcados con Q se reportan en base seca.

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente



**Dr. Iván Samaniego**  
RESPONSABLE TÉCNICO



**RESPONSABLES DEL INFORME**



**Ing. Bladimir Ortiz**  
RESPONSABLE CALIDAD

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

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



**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:** 28 / 10 / 2021

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> <i>Germania Alejandra Guamán Cargua</i>
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> <i>Ciencias</i>
<b>Carrera:</b> <i>Ingeniería Química</i>
<b>Título a optar:</b> <i>Ingeniera Química</i>
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> <i>Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.</i>

**LEONARDO  
FABIO MEDINA  
NUSTE**

Firmado digitalmente por  
LEONARDO FABIO MEDINA  
NUSTE  
Fecha: 2021.10.28 10:20:27  
-05'00'



2007-DBRA-UTP-2021