



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

**ELABORACIÓN DE UN BIOFILM CON EL ALMIDÓN DE LA
MEZCLA DE MAÍZ (*Zea mays L.*) DE GRANO BLANCO Y PAPA
CHOLA (*Solanum tuberosum L.*) PARA SU USO COMO
RECUBRIMIENTO EN ALIMENTOS**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA QUÍMICA

AUTORA: DAILY ANABEL CAISAPANTA PONLUISA

DIRECTOR: ING. HANNÍBAL LORENZO BRITO MOÍNA PhD.

Riobamba - Ecuador

2022

©2022, Daily Anabel Caisapanta Ponluisa

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, DAILY ANABEL CAISAPANTA PONLUISA, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

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

Riobamba, 19 de mayo del 2022

A handwritten signature in blue ink that reads "Anabel". The signature is stylized with a large, sweeping initial 'A' and a horizontal line underneath.

Daily Anabel Caisapanta Ponluisa

235029938-0

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación: Tipo Proyecto de Investigación, **ELABORACIÓN DE UN BIOFILM CON EL ALMIDÓN DE LA MEZCLA DE MAÍZ (*Zea mays L.*) DE GRANO BLANCO Y PAPA CHOLA (*Solanum tuberosum L.*) PARA SU USO COMO RECUBRIMIENTO EN ALIMENTOS**, realizado por la señorita: **DAILY ANABEL CAISAPANTA PONLUISA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. César Arturo Puente Guijarro PhD. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 <hr/>	2022-05-19
Ing. Hannibal Lorenzo Brito Moína PhD. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	 <hr/>	2022-05-19
Ing. Marco Raúl Chuiza Rojas MsC. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	 <hr/>	2022-05-19

DEDICATORIA

A Dios, a mis padres Caisapanta Edwin y Ponluisa Ligia por mostrarme su apoyo incondicional en cada momento y decisión de mi vida, a mis maestros por guiarme en momentos de dificultad, dado que se convirtieron en un pilar para mi trayecto profesional, a mis primos porque comprenden las decisiones que tomo en cada paso de mi vida.

Daily

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiar mis pasos y llevarme al lugar en el que estoy, que con inteligencia se puede llegar más adelante, a no rendirme en momentos de dificultad, pero sobre todo por mantenerme con salud.

Agradezco a mis padres que velan por cada paso y decisión que tomo para convertirme en una mejor persona, a mis hermanos que me apoyan con las decisiones que se presentan.

Agradezco a mis primos y amigos que siempre me animaron en momentos duros en los cuales decaía, mostrándome que puedo superar cualquier obstáculo, como otros que ya he superado, brindándome su apoyo y lealtad.

En especial agradezco a la institución pública en la cual se desarrolla el presente trabajo, en este caso la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, la cual brinda el acompañamiento a sus estudiantes en el desarrollo del presente trabajo de titulación, prestando sus instalaciones como laboratorios acreditados, además de materiales y equipos previamente estandarizados de acuerdo con su uso, a disposición de sus estudiantes y la población en general.

Daily

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEORICO REFERENCIAL.....	1
1.1. Planteamiento del Problema.....	1
1.2. Justificación de la Investigación.....	1
1.3. Antecedentes de la Investigación.....	2
1.4. Marco Conceptual	4
1.4.1. Productos agrícolas	4
1.4.1.1. Cereales.....	4
1.4.1.2. Tubérculos	6
1.4.2. Polímeros	8
1.4.2.1. Generalidades	8
1.4.2.2. Clasificación de polímeros	9
1.4.2.3. Biopolímeros	9
1.4.3. Extracción del almidón y Preparación de la muestra	13
1.4.3.1. Extracción del almidón.....	13
1.4.3.2. Preparación de la muestra	14
1.4.4. Operaciones unitarias empleadas en la obtención del almidón.....	15
1.5. Método Casting.....	16
1.6. Recubrimiento en alimentos	16

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	17
2.1.	Objetivos de la Investigación	17
2.1.1.	<i>General</i>	17
2.1.2.	<i>Específicos</i>	17
2.2.	Planteamiento de las Hipótesis	17
2.2.1.	<i>General</i>	17
2.2.2.	<i>Específicas</i>	18
2.3.	Identificación de variables	18
2.4.	Matriz de Consistencia	19
2.5.	Tipo y Diseño de Investigación	20
2.5.1.	<i>Tipo de investigación</i>	20
2.5.2.	<i>Diseño de la investigación</i>	21
2.6.	Unidad de Análisis	22
2.7.	Población de Estudio	22
2.8.	Tamaño de Muestra	23
2.9.	Selección de muestra	23
2.10.	Técnicas de Recolección de Datos	23
2.10.1.	<i>Almidón de maíz de grano blanco y papa chola</i>	23
2.10.1.1.	<i>Extracción de Almidón por vía húmeda</i>	23
2.10.1.2.	<i>Caracterización del Almidón</i>	25
2.10.2.	<i>Plástico por medio la mezcla de Almidones</i>	29
2.10.2.1.	<i>Obtención del biofilm por medio de la mezcla de almidones</i>	29
2.10.2.2.	<i>Caracterización del biofilm</i>	30

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	33
3.1.	Datos de ensayos	33
3.1.1.	<i>Datos de ensayos de la materia prima</i>	33
3.1.1.1.	<i>Análisis físico de la materia prima</i>	33
3.1.1.2.	<i>Análisis sensorial de la materia prima forma organoléptica</i>	34
3.1.2.	<i>Datos de extracción de almidones de maíz de grano blanco y de papa chola</i>	34
3.1.2.1.	<i>Extracción de almidón por vía húmeda</i>	34

3.1.2.2. <i>Determinación de curva de secado</i>	35
3.1.3. <i>Datos de Ensayo fisicoquímicos de almidones de maíz, papa y mezcla</i>	38
3.1.3.1. <i>Análisis Sensorial del almidón</i>	38
3.1.3.2. <i>Evaluación de solubilidad</i>	38
3.1.3.3. <i>Prueba de pH</i>	39
3.1.3.4. <i>Prueba de residuos por calcinación</i>	39
3.1.3.5. <i>Temperatura de gelatinización</i>	40
3.1.3.6. <i>Prueba de viscosidad de brookfield</i>	40
3.1.3.7. <i>Determinar la densidad aparente</i>	41
3.1.3.8. <i>Índice de absorción de agua</i>	41
3.1.3.9. <i>Prueba de humedad</i>	42
3.1.4. <i>Datos para las pruebas en la elaboración del biofilm</i>	43
3.1.4.1. <i>Análisis Sensorial</i>	43
3.1.4.2. <i>Concentración preliminar en la elaboración del biofilm</i>	43
3.1.4.3. <i>Obtención del biofilm de la mezcla de almidones</i>	43
3.1.4.4. <i>Determinar la humedad del biofilm</i>	46
3.1.4.5. <i>Solubilidad en el agua</i>	46
3.1.4.6. <i>Grado de transmisión de vapor de agua</i>	46
3.1.4.7. <i>Determinación de propiedades de tracción del biofilm</i>	47
3.1.4.8. <i>Biofilm mezcla de almidones a diferentes porcentajes</i>	47
3.2. Cálculos	48
3.2.1. <i>Cálculo del rendimiento del almidón</i>	48
3.2.1.1. <i>Rendimiento de la extracción del almidón</i>	48
3.2.1.2. <i>Prueba de residuos por calcinación</i>	49
3.2.1.3. <i>Densidad aparente</i>	50
3.2.1.4. <i>Índice de absorción de agua</i>	51
3.2.2. <i>Cálculos al biofilm de la mezcla del almidón</i>	51
3.2.2.1. <i>Humedad en el biofilm</i>	51
3.2.2.2. <i>Solubilidad en el agua</i>	52
3.2.2.3. <i>Grado de transmisión de vapor de agua</i>	52
3.3. Resultados	53
3.3.1. <i>Resultados de la extracción del almidón</i>	53
3.3.1.1. <i>Extracción del almidón</i>	53
3.3.1.2. <i>Análisis de la extracción de almidón para el Maíz y Papa</i>	54
3.3.2. <i>Resultados de los parámetros de análisis en el almidón</i>	59

3.3.3. Resultados del biofilm de la mezcla del almidón	59
3.3.3.1. Elaboración del biofilm.....	59
3.3.3.2. Humedad, solubilidad y grado de transmisión de vapor de agua.....	60
3.3.3.3. Resultados de la tracción	62
3.3.3.4. Resultados de la biodegradabilidad.....	63
3.3.3.5. Biofilm a diferentes porcentajes.....	64
3.3.3.6. Recubrimiento en alimentos	64
3.4. Prueba de Hipótesis.....	65
3.4.1. General.....	65
3.4.2. Específicas	65
3.5. Discusión.....	66
CONCLUSIONES.....	69
RECOMENDACIONES.....	70
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Clasificación Taxonómica del Maíz (<i>Zea mays L.</i>).....	5
Tabla 2-1:	Composición Química del maíz (<i>Zea mays L.</i>)	5
Tabla 3-1:	Composición Química y peso del grano de maíz (<i>Zea mays L.</i>)	6
Tabla 4-1:	Clasificación taxonómica de la planta de papa.....	7
Tabla 5-1:	Composición química de la papa.....	7
Tabla 6-1:	Composición química de la papa fresca y Hervida nutrientes en 100g	8
Tabla 1-2:	Identificación de variables.....	18
Tabla 2-2:	Matriz de consistencia	19
Tabla 3-2:	Extracción de Almidón por vía húmeda.....	24
Tabla 4-2:	Caracterización del almidón	25
Tabla 5-2:	Biofilm por medio de la mezcla de almidones	29
Tabla 6-2:	Caracterización del biofilm	30
Tabla 1-3:	Análisis físico de la materia prima (Maíz y papa Chola)	33
Tabla 2-3:	Análisis sensorial de la materia prima (Maíz y papa Chola)	34
Tabla 3-3:	Extracción de almidones por vía húmeda (maíz y papa).....	34
Tabla 4-3:	Curva de almidones por secado vía húmeda	35
Tabla 5-3:	Análisis Sensorial del almidón	38
Tabla 6-3:	Solubilidad en el almidón.....	38
Tabla 7-3:	Prueba de pH	39
Tabla 8-3:	Prueba de calcinación.....	39
Tabla 9-3:	Temperatura de gelatinización	40
Tabla 10-3:	Datos de la prueba de viscosidad de brookfield	41
Tabla 11-3:	Pesos de los almidones (Maíz, papa Chola y mezcla).....	41
Tabla 12-3:	Índice de absorción de agua.....	42
Tabla 13-3:	Prueba de humedad.....	42
Tabla 14-3:	Análisis Sensorial del biofilm.....	43
Tabla 15-3:	Concentración en la elaboración del biofilm.....	43
Tabla 16-3:	Datos preliminares para la obtención del biofilm.....	44
Tabla 17-3:	Obtención del biofilm de la mezcla de almidones.....	45
Tabla 18-3:	Determinar la humedad del biofilm.....	46
Tabla 19-3:	Solubilidad en el agua	46
Tabla 20-3:	Grado de transmisión de vapor de agua.....	47
Tabla 21-3:	Determinación propiedades de tracción del biofilm.....	47

Tabla 22-3:	Porcentaje a mezclar en las formulaciones	48
Tabla 23-3:	Formulación de mezcla de almidones a diferentes porcentajes.....	48
Tabla 24-3:	Extracción del almidón.....	53
Tabla 25-3:	Análisis de varianza para el Maíz.....	54
Tabla 26-3:	Análisis Tukey del Maíz.....	55
Tabla 27-3:	Comparación entre tratamientos del Maíz.....	55
Tabla 28-3:	Análisis de varianza para la Papa Chola.....	55
Tabla 29-3:	Análisis Tukey de la Papa	56
Tabla 30-3:	Comparación entre tratamientos del Maíz.....	56
Tabla 31-3:	Resumen de rendimientos.....	57
Tabla 32-3:	Análisis de varianza de los rendimientos	57
Tabla 33-3:	Análisis Tukey de los rendimientos.....	57
Tabla 34-3:	Comparación entre rendimientos.....	57
Tabla 35-3:	Rendimiento de los mejores tratamientos.....	58
Tabla 36-3:	Parámetros de análisis de almidón (Maíz y papa Chola) y mezcla	59
Tabla 37-3:	Elaboración del biofilm	59
Tabla 38-3:	Humedad, solubilidad y grado de transmisión de vapor de agua	60
Tabla 39-3:	Análisis de varianza de los rendimientos	61
Tabla 40-3:	Análisis Tukey de los rendimientos.....	61
Tabla 41-3:	Comparación entre tratamientos del Maíz.....	62
Tabla 42-3:	Resultados de la tracción	62
Tabla 43-3:	Porcentajes de degradabilidad del biofilm.....	63
Tabla 44-3:	Biofilm a diferentes porcentajes	64
Tabla 45-3:	Recubrimiento y análisis físico de alimentos	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Maíz de Grano Blanco y Mazorca del Maíz Blanco	4
Figura 2-1:	Partes de la planta de papa y papa chola.	6
Figura 3-1:	Ejemplos moleculares: a) lineal, b) ramificada y c) entrecruzadas.....	8
Figura 4-1:	Fuerzas intermoleculares	9
Figura 5-1:	Almidón de Maíz de Grano Blanco y Almidón de papa chola	10
Figura 6-1:	Esquema de la amilosa.....	10
Figura 7-1:	Esquema de la amilopectina.....	11
Figura 8-1:	Cambios del almidón durante el calentamiento en exceso de agua	12
Figura 1-2:	Diagrama del diseño experimental.....	21
Figura 1-3:	Muestreo de la materia prima	33

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1:	Clasificación de polímeros	9
Gráfico 1-2:	Diagrama de flujo de extracción del almidón.....	22
Gráfico 2-2:	Diagrama de flujo de la obtención del plástico biodegradable.....	22
Gráfico 1-3:	Curva de secado del almidón de Maíz de Grano Blanco.....	37
Gráfico 2-3:	Curva de secado del almidón de Papa Chola.....	37
Gráfico 3-3:	Rendimiento (%) del Maíz y Papa por Tratamiento.....	54
Gráfico 4-3:	Comparación entre rendimientos.....	56
Gráfico 5-3:	Comparación entre extracciones Maíz y Papa.....	58
Gráfico 6-3:	Comparación de permeabilidad.....	62

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1-2:	Diseño Experimental	21
Ecuación 2-2:	Porcentaje de cenizas	26
Ecuación 3-2:	Masa de almidón.....	27
Ecuación 4-2:	Volumen de almidón.....	27
Ecuación 5-2:	Densidad del almidón	27
Ecuación 6-2:	Peso del gel	28
Ecuación 7-2:	Índice de absorción del agua.....	28
Ecuación 8-2:	Porcentaje de humedad	30
Ecuación 9-2:	Porcentaje de solubilidad	30
Ecuación 10-2:	Grado de transmisión de vapor	30
Ecuación 11-2:	Rendimiento de la degradación.....	32
Ecuación 1-3:	Rendimiento del almidón.....	48
Ecuación 2-3:	Promedio del rendimiento.....	49
Ecuación 3-3:	Peso Cenizas	49

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE MAÍZ DE GRANO BLANCO
- ANEXO B:** EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE PAPA CHOLA
- ANEXO C:** REDUCCIÓN Y ALMACENADO DEL ALAMIDÓN DE MAÍZ Y PAPA
- ANEXO D:** ENSAYO FISICOQUÍMICO DEL ALMIDÓN DE MAÍZ Y PAPA 1
- ANEXO E:** ENSAYOS FISICOQUÍMICOS DEL ALMIDÓN DE MAÍZ Y PAPA 2
- ANEXO F:** ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS DEL ALMIDÓN DE MAÍZ Y PAPA 3
- ANEXO G:** ANÁLISIS DE AMILOSA DE LA MEZCLA DE ALMIDONES
- ANEXO H:** ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA MEZCLA DE ALMIDONES
- ANEXO I:** ELABORACIÓN DEL BIOFILM
- ANEXO J:** RESULTADOS DEL BIOFILM
- ANEXO K:** PRUEBAS DEL BIOFILM 1
- ANEXO L:** PRUEBAS DEL BIOFILM 2
- ANEXO M:** BIODEGRADABILIDAD DE LAS FORMULACIONES
- ANEXO N:** BIOFILM A DIFERENTES PORCENTAJES
- ANEXO O:** RECUBRIMIENTO EN ALIMENTOS
- ANEXO P:** PRUEBA DE TRACCIÓN T1
- ANEXO Q:** PRUEBA DE TRACCIÓN T2
- ANEXO R:** PRUEBA DE TRACCIÓN T3
- ANEXO S:** PRUEBA DE TRACCIÓN T4

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

T1	Formulación: 1 g de la mezcla de almidones (50/50) de los mejores tratamientos (maíz y papa) y a 0.5 mL de glicerina.
T2	Formulación: 1 g de la mezcla de almidones (50/50) de los mejores tratamientos (maíz y papa) y a 1 mL de glicerina.
T3	Formulación: 1.5 g de la mezcla de almidones (50/50) de los mejores tratamientos (maíz y papa) y a 0.5 mL de glicerina.
T4	Formulación: 1.5 g de la mezcla de almidones (50/50) de los mejores tratamientos (maíz y papa) y a 1 mL de glicerina.
TJ	Almidón de la mezcla (50/50) de los mejores tratamientos (maíz y papa).
TM1	Extracción de almidón de maíz a revolución baja por un minuto y medio.
TM2	Extracción de almidón de maíz a revolución alta por un minuto y medio.
TM3	Extracción de almidón de maíz a revolución baja por dos minutos.
TM4	Extracción de almidón de maíz a revolución alta por dos minutos.
TP1	Extracción de almidón de papa a revolución baja por un minuto.
TP2	Extracción de almidón de papa a revolución baja por un minuto y medio.
TP3	Extracción de almidón de papa a revolución alta por un minuto.
TP4	Extracción de almidón de papa a revolución alta por un minuto y medio.
M	Mezcla de almidones (maíz y papa) al 50/50.

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo elaborar un biofilm con la mezcla de almidón de maíz de grano blanco (*Zea mays L.*) y papa chola (*Solanum tuberosum L.*) para su uso como recubrimiento en alimentos. Para esto fue necesario aplicar el diseño factorial 2k (k=2) el cual permitió trabajar con dos variables a la vez, tanto para la extracción del almidón (velocidad y tiempo), como para la obtención del bioplástico (concentración de almidón y plastificante), con un límite alto y un límite bajo para ambos, respectivamente. La extracción del almidón se obtuvo mediante el método por vía húmeda, con un rendimiento del 23,70% en el maíz (TM3) y 14,90% en la papa (TP2); luego se realizó la caracterización de los almidones acorde a la norma INEN 1456. Para la obtención del biofilm, la mejor formulación obtenida en el laboratorio fue la T1, la cual trabajó a un gramo de la mezcla 50/50 de almidones (TM3 y TP2), 0.5 de plastificante (glicerina), 4 mL de ácido acético y 35 mL de agua destilada. La caracterización del biofilm se realizó según la norma INEN 2635, para lo cual se obtuvo una elongación de 5.40%, también se realizó pruebas de espesor, humedad, solubilidad y grado de transmisión de vapor de agua. Se concluye que la formulación de biofilm T1 es apto para recubrimiento de alimentos, con una biodegradabilidad aceptable en aire. Se recomienda continuar con la investigación para otros fines dado que mientras se buscó el biofilm para recubrimiento se encontró algunos de mayor dureza y firmeza que pueden remplazar otros materiales que pueden ser destinados a otros usos.

Palabras clave: <BIOFILM>, <ALMIDÓN>, <MAÍZ (*Zea mays L.*) GRANO BLANCO>, <PAPA CHOLA (*Solanum tuberosum L.*)>, <VÍA HÚMEDA>, <BIODEGRADABLE>.



Firmado electrónicamente por:
LEONARDO
FABIO MEDINA
NUSTE



1316-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

The present research project aimed to develop a biofilm with the mixture of white grain corn starch (*Zea mayz L.*) and chola potato (*Solanum tuberosum L.*) for use as a coating in food. For this it was necessary to apply the factorial design 2k (k=2) the which allowed to work with two variables at once, both for the extraction of starch (speed and time), as for obtaining bioplastic (starch and plasticizer concentration), with a high limit and a low limit for both, respectively. Starch extraction was obtained using the wet method, with a yield of 23.70% in maize (TM3) and 14.90% in the potato (TP2); then the characterization of the starches was carried out according to the INEN standard 1456. To obtain the biofilm, the best formulation obtained in the laboratory was T1, the which worked at one gram of the 50/50 mixture of starches (TM3 and TP2), 0.5 of plasticizer (glycerin), 4 mL of acetic acid and 35 mL of distilled water. The characterization of the biofilm is performed according to the INEN 2635 standard, for which an elongation of 5.40% was obtained, it was also performed tests on thickness, humidity, solubility and degree of water vapor transmission. It concludes that the T1 biofilm formulation is suitable for food coating, with acceptable biodegradability in air. It is recommended to continue the research for other purposes given that while searching for the biofilm for coating was found some of greater hardness and firmness that can replace other materials that can be used for other uses.

Key words: <BIOFILM>, <STARCH>, <MAIZE (*Zea mayz L.*) WHITE GRAIN>, <PAPA CHOLA (*Solanum tuberosum L.*)>, <WET PATH>, <BIODEGRADABLE>.



INTRODUCCIÓN

Los plásticos elaborados a base del petróleo, representa un desequilibrio para los seres vivos y su habitat al cual estos son desechados, dado que su tiempo de degradación es extenso, impidiendo que la fauna y flora continúe con su curso, es por este problema que se busca encontrar solución a dichos materiales con un periodo de degradabilidad en menor tiempo, como es el caso de los biopolímeros mismos que tienen origen orgánico, reduciendo el impacto ambiental, dado que la degradación se presenta a corto plazo, siendo una posible solución a dichos problemas, puesto que hongos y bacterias actúan sobre el mismo acelerando el proceso de descomposición y de forma amigable ante el suelo y agua, mismos que no se ven afectados.

La fabricación de plásticos en base a fuentes de petróleo se ve en base al costo que conlleve a realizarlo y la resistencia que esté presente o desgaste ante su uso, es por este motivo por lo que las fábricas de embalaje usan polímeros sintéticos para envolturas o materiales desechables de un solo uso, aumentando así la cantidad de residuos dado que su tiempo de uso es demasiado corto a diferencia de su degradación que es muy larga, el cual representa un impacto ante la naturaleza. Ante toda esta problemática se buscó la elaboración de un biofilm con el almidón de la mezcla de maíz (*Zea mays L.*) de grano blanco y papa Chola (*Solanum tuberosum L.*) para su uso como recubrimiento en alimentos, realiza por medio del diseño experimental $DE=2^K$ mismo que relaciona la concentración de almidón y plastificante por un número de repeticiones, el cual tiene como límite alto 1.5 y límite bajo de 1 en tanto a la concentración de almidón y 0.5 a 1 la concentración de plastificante, dividiendo su procedimiento en dos fases que es la extracción de almidón y la obtención del biofilm, las pruebas de almidón a realizar están regidas por la NTE INEN 1456 para el análisis de almidón soluble por métodos de ensayos, en cuanto al biofilm se sigue la norma NTE INEN 2635 misma que rigen los métodos de ensayo de tracción en polietileno degradables, así como la NTE INEN 2643 que da las especificaciones a cumplir un plástico compostable, el biofilm a elaborar de la mezcla de un almidón de tubérculo y almidón de cereal, es un reto dado que cada uno posee diferentes porcentajes de amilosa y amilopectina, pero el desafío es, si es posible obtener un biofilm que cumpla las normas especificadas, con una biodegradabilidad completa la misma del cual fue objeto para el comienzo de esta investigación.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEORICO REFERENCIAL

1.1. Planteamiento del Problema

La búsqueda por una solución a la gran demanda de utilización del plástico derivado del petróleo, el cual tarda varios años en degradarse una vez utilizado, se ha convertido en una necesidad en estos tiempos, es por esa razón que las industrias ven como un gran desafío el buscar una materia de origen orgánico que sustituya al actual plástico, con una degradabilidad a corto plazo, es por ello que las universidades se ven inmersas en investigar distintas materias orgánicas para ser procesadas como bioplásticos, siendo este reto (Ashter, 2005, p. 1;6).

El maíz blanco conocido por la presencia de alto contenido de almidón es desperdiciado al ser considerado un grano duro de consumir, por lo tanto, se consume otro tipo de maíz, dado que el maíz blanco es similar al maíz amarillo, pero carecen de pigmentación caroteno (Yara, 2018), la papa chola un tubérculo de alta demanda en el Ecuador, su producción es grande y en abundancia, entre 23 y 24 kilos por persona al año (Telégrafo, 2020), sin embargo no todas estas son aceptadas y consumidas por la población, desperdiciando un lote que puede ser usado para la elaboración del biofilm.

Lo anteriormente mencionado busca elaborar un biofilm, a partir del almidón obtenido por medio de la mezcla de maíz de grano blanco y papa chola que posteriormente se someterán a pruebas para saber si es viable en su uso como en el recubrimiento en alimentos viendo así, la presencia de mayores beneficios para ser considerado un plástico apto para reemplazar a los plásticos del petróleo.

1.2. Justificación de la Investigación

La presente investigación por tratar busca dar una solución como alternativa ecológica en el desarrollo de un biofilm a partir de la mezcla de maíz de grano blanco y papa chola como materia prima, para reducir la contaminación, buscando un mejor material para la vida cotidiana puesto que existen varios plásticos que desechan al instante como lo es en la comida rápida o comida para llevar la cual es usar y tirar, esos plásticos no se degradan con facilidad, siendo los más peligrosos los plásticos de un solo uso, esperando días, y aumentando así la contaminación (Corkery y Sengupta, 2021).

El problema del plástico es uno muy complejo y global, no solo por las personas que consumen día a día, las empresas se han visto envueltas en la contaminación, aunque es un número pequeño representa mayor parte del producción de polímeros como residuos a los cuales se les da un solo uso, provocando en gran peligro para la naturaleza, puesto que la mayoría termina en el océano, dando un rango de 13 millones de toneladas métricas cada año, eventualmente una vez allí este tiende a descomponerse, sin embargo sus pequeñas partículas impactan a la vida silvestre y a la capacidad del océano para almacenar carbono (Tiempo, 2021).

El desarrollo del actual Trabajo de Titulación se llevará a cabo en el Laboratorio de Investigación de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en conjunto con el Grupo de Investigación Ambiental y Desarrollo de la ESPOCH (GUIADE), como aporte al proyecto de Investigación “ELABORACIÓN DE UN BIOFILM CON EL ALMIDÓN DE LA MEZCLA DE MAÍZ (*Zea mays L.*) DE GRANO BLANCO Y PAPA CHOLA (*Solanum tuberosum L.*) PARA SU USO COMO RECUBRIMIENTO EN ALIMENTOS”, aprobado con resolución administrativa No.002-ESPOCH-2020 del Plan Operativo Anual de la ESPOCH, con fecha de inicio del 2020/01/07 y fecha de finalización 2022/11/04 de la convocatoria 2019.

1.3. Antecedentes de la Investigación

El impacto que produce el plástico afecta a tres actores importantes del medio ambiente del cual el ser humano depende para su existir como son el suelo, aire y agua. Los cambios que producen son acordes a como se utiliza el plástico y otros que componentes sobre ello, dado que prestan servicios diferentes pero de igual manera afectan el medio ambiente (Serrato, 2016, p. 18).

El 80% de los habitantes en el país a diario utiliza fundas plásticas para cubrir los alimentos en una forma tipo camiseta, esto mostró que en el 2019 se generará 528.000 de toneladas de residuos plásticos, lo que equivale al 11% de desechos sólidos producidos en aquel año (López, 2020, p. 232-233).

Dado a tantos problemas relacionados por parte del plástico, se desarrolla estudios para sustituir el plástico derivado del petróleo por uno más amigable con el ambiente, uno de los avances más importantes de los últimos años ha sido el desarrollo de materiales que se producen a partir de monómeros como bloques de construcción de la materia prima natural, estos abren una nueva ruta para producir bimonómeros que puede encajar fácilmente en el ciclo de producción existente (Ashter, 2005, p. 6), el pionero en descubrir el plástico derivado de celulosa de algodón fue John Wesley Hyatt Jr. en 1869 el cual lo creó como sustituto para el marfil (Zeaplast, 2020), estos bioplásticos desde su creación han remplazado a una gran cantidad de materiales así como son el vidrio y la madera en un sin número de aplicaciones (García, 2015), los bioplásticos de alto peso

molecular fabricados de fuentes naturales como materia prima en cultivos como poliéster microbiano, celulosa o de almidón entre otros, el almidón es el más considerado para la elaboración de estos por su bajo costo y alta disponibilidad, además de ser de carácter renovable por su biodegradabilidad a diferencia de los relacionados al petróleo (Xiao y Xiao, 2011).

Según Avellán et al., (2020, p. 9) llegó a conclusiones en la extracción de maíz la cuales obtuvo un rendimiento bajo a diferencia de las investigaciones que se realizan dado al tipo de grano que se use y como este fue cultivado por las condiciones climatológicas de siembra o a etapas en el proceso de cultivo, sin embargo verifica que en la elaboración del bioplástico el componente de gran importancia es el almidón el cual le da la consistencia junto con la glicerina obteniéndose una elasticidad y estabilidad aceptable en el polímero, con un ensayo de biodegradabilidad anaerobia alto a un porcentaje del 89,40% en 42 días lo cual es aceptado de acuerdo a las normativas internacionales.

Según García (2015, p. 32) en la elaboración de un plástico biodegradable por medio del almidón de maíz determina que la velocidad de secado y la cantidad presente de almidón es un factor importante para afectar el rendimiento y elasticidad de la película, si el secado se realiza a velocidad alta su temperatura se produce un plástico de material quebradizo y frágil, así mismo ante la relación con la glicerina si se agrega en altas proporciones ante la formulación se obtiene más elástico el producto, y con esto a condiciones de 27.1°C de temperatura y a un 82% de humedad relativa el plástico se llega a degradar en tres meses, dado todas las pruebas que se realizan llegó a la conclusión de que este plástico es un producto compostable en la tierra en similitud a un abono orgánico, considerándolo como una alternativa eficaz en el mercado de empaque reduciendo la contaminación que se ha dado por el plástico del petróleo.

Según Garrido y Mario (2014, p. 44) determinó que la mezcla entre interacciones del almidón de maíz y yuca con el glicerol resultó optima en variables físicas de barrera del bioplástico, mostrándose estadísticamente significativa la deformación por perforación entre el almidón de maíz y glicerol. Los tubérculos también son de gran estudio en la elaboración de un bioplástico dado que tienen una gran cantidad de almidón como residuo (80%, 50%, 30%), además de añadir glicerina, agua y vinagre que sirven como plastificante por sus propiedades en el plástico, según Menoscal y Rodríguez (2017, p. 12) al someter este almidón a una temperatura entre 60 °C y 67 °C de los cuales se prepararon 6 unidades experimentales de 100 g a estas se las someten a condiciones de entierro e intemperie con 90 días logrando así una degradación de hasta el 90%, siendo así que obtuvo un costo de \$2,82 por unidad en el experimento, observando que las características son similares a las del plástico común, en cuestiones de flexibilidad, resistencia y grosor, además de ser amigable con el medio ambiente.

1.4. Marco Conceptual

1.4.1. Productos agrícolas

1.4.1.1. Cereales

- Maíz (*Zea mayz* L.) de grano blanco

El maíz (*Zea mayz* L.) de grano blanco es una planta monocotiledónea, una de la más cultivada en el mundo, al igual que de gran estudio en la actualidad, su origen se remonta a una de la parte restringida en Mesoamérica (México y Guatemala) de los cuales emigraron hacia lugares de América, surgiendo entre los años 8000 y 600 AC (Sánchez, 2014, p. 151), su planta presenta un tamaño de altura de 1,4 – 1,8 m, de 0 – 1 hilera en raíces secundarias, los granos medianos son muy dentados teniendo un endospermo duro con un color blanco cremoso, con un diámetro de 34-39mm, mientras que su tusa de 20 a 24 mm, el nombre con el cual es reconocido en algunos lugares es Argentino Blanco o White Dent (Acosta, 2009, p. 119), Ecuador produce 1,2 millones de toneladas métricas cada año, la producción del maíz duro se encuentra en la provincia de Los Ríos con una producción de 648 000, luego por Manabí con 415 000 y por menor cantidad Guayas con 242 000. El maíz de grano blanco no se debe confundir con el choclo, aunque el maíz viene del choclo se debe esperar a que este se encuentre seco y su grano duro.

El maíz es uno de los cereales más consumidos en el mundo con múltiples fines tanto nutricionales como industriales, mismo el cual es utilizado para la producción de almidón dado que su grano está conformado por un 70 a 75 % de este, por este motivo es seleccionado para la elaboración de plástico biodegradable (Avellán et al., 2020, p. 2).



Figura 1-1: Maíz de Grano Blanco y Mazorca del Maíz Blanco.
Fuente: (Fertinova, 2015) (CNW, 2019).

- Clasificación Taxonómica

Tabla 1-1: Clasificación Taxonómica del Maíz (*Zea mays L.*)

Reino	Plantae
Subreino	Embriobionta
Orden	Poales
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
División	Magnoliophyta
Familia	Poaceae
Subfamilia	Panicoideae
Especie	Mays
Genero	<i>Zea</i>
Tribu	Andropogoneae
Nombre Común	Maíz
Nombre Científico	<i>Zea mays L.</i>

Fuente: (Sánchez 2014, p. 171) (Acosta 2009, p. 115).

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

- Composición Química

Según Sánchez (2014, p. 171) menciona que su composición química varía por el tipo de cosecha para la calidad del maíz, es por ello que determinan la siguiente composición:

Tabla 2-1: Composición Química del maíz (*Zea mays L.*)

COMPONENTES	MAÍZ
AGUA	12.50
PROTEÍNA	9.20
LÍPIDOS	3.80
ALMIDÓN	62.60
OTROS (HCO) HIDRATOS DE CARBONO	8.40
FIBRA CRUDA	2.20
MINERALES	1.30

Fuente:(Tovar, 2008, p. 9).

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

Tabla 3-1: Composición Química de las partes del grano de maíz (*Zea mays L.*)

Composición (%)	Endospermo	Embrión	Pericarpio	Escutelo
Almidón	87.60	8.30	7.30	5.30
Grasas	0.80	33.20	1.00	3.80
Proteínas	8.00	18.40	3.70	9.10
Cenizas	0.30	10.50	0.80	1.60
Azúcares	0.60	10.80	0.30	1.60
Restos	2.70	18.80	86.90	78.60
Materia seca (%)	83.00	11.00	5.20	0.80

Fuente: (Sánchez, 2014, p. 171) y (Tovar, 2008, p. 11).

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

1.4.1.2. Tubérculos

- Papa Chola (*Solanum tuberosum L.*)

La papa chola (*Solanum tuberosum L.*) es un tubérculo de forma oval-elíptica, es de piel rosada áspera y con un color amarilla alrededor de los ojo, es de ojos grandes y con una pulpa amarilla (Andrade et al., 2009), en Ecuador existen más de 400 variedades, aunque sólo se comercializan 20, la demanda por consumidor ocupa el 0.7% de papa comercializada (Andrade y Héctor, 1998, p. 28), es un alimento barato, pero en calorías es abundante sin embargo pocas vitaminas, su origen es andino que es extraído de la planta herbácea, perteneciente a la familia de las solanáceas que se cultiva por todo el mundo (Andrade, 2018).

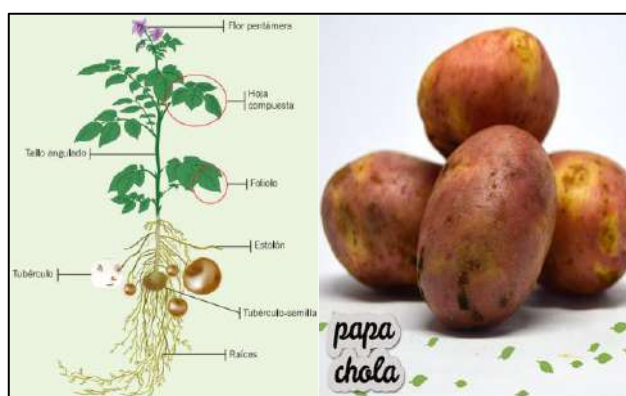


Figura 2-1: Partes de la planta de papa y papa chola.

Fuente: (Gandarillas y Ortuño, 2009, p. 13), (Pamba, 2021).

- Clasificación Taxonómica

Tabla 4-1: Clasificación taxonómica de la planta de papa

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Tribu	Tuberosa
Genero	Solanum
Subgénero	Andigena
Especie	S. Teberosum
Subespecie	Andigena
Nombre Común	Papa chola
Nombre Científico	Solanum tuberosum L.

Fuente:(Andrade y Hector, 1998, p. 27), (Yáñez, 2019, p. 22).

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

- Composición Química

La papa contiene un porcentaje de 80% de agua y 20% de materia seca de la cual la cantidad correspondiente al almidón es de 60 a 80%, es una fuente de gran abundancia en minerales como hierro, zinc y potasio (3,800 a 4,600 mg cuando hay materia fresca). La papa es similar a cereal en el contenido de proteínas, por ello tiene un valor en vitamina C (6.5 a 36.9 mg en 100 g de un producto flamante), vitaminas B1, B3 y B6 (Yáñez, 2019, p. 28).

Tabla 5-1: Composición química de la papa

Parámetros	Unidades	Valor 1	Valor 2
Agua / humedad	g	74,5	74,79
Almidón	%	15.1	19.41
Proteína	g	2,1	1,71
Grasas	g	0,1	0
Carbohidrato	g	22,3	21,75
Fibra cruda	g	0,6	-
Cenizas	g	1,1	1,71

Fuente: (Charro, 2015, p. 7).

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

Tabla 6-1: Composición química de la papa fresca y Hervida nutrientes en 100g

Composición	Fresco		Hervida		
Energía	87.00	kcal	Agua	77.00	g
Vitamina C	13.00	mg	Riboflavina	0.02	mg
Proteínas	1.87	g	Tiamina	0.106	mg
Grasa	0.10	g	Niacina	1.44	mg
Fibra	1.80	g	Hiero	0.31	mg
Carbohidratos	20.13	g	Fósforo	44.00	mg
Calcio	5.00	mg	Potasio	379.00	mg

Fuente:(Yáñez, 2019, p. 28).

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

1.4.2. Polímeros

1.4.2.1. Generalidades

Los polímeros son compuestos de gran tamaño, obtenido por uniones de pequeñas moléculas llamadas monómeros, por reacciones de polimerización, mismas que pueden darse por crecimiento en cadena o en etapas (Sierra et al., 2019, p. 13-16).

• Tipos de cadenas moleculares

Existen diferentes tipos de cadenas en los polímeros como las: lineales, ramificadas o entrecruzadas (Sierra et al., 2019, p. 19-20).



Figura 3-1: Ejemplos moleculares: a) lineal, b) ramificada y c) entrecruzadas.

Fuente:(Sierra et al., 2019, p. 20).

• Fuerzas intermoleculares

La cadena de polímero en muchos casos se da por la fuerza de atracción la cual es responsable de su estructura final, misma que puede ser por fuerza de dispersión, enlaces primarios, enlaces de hidrogeno y efecto dipolo (Sierra et al., 2019, p. 20).

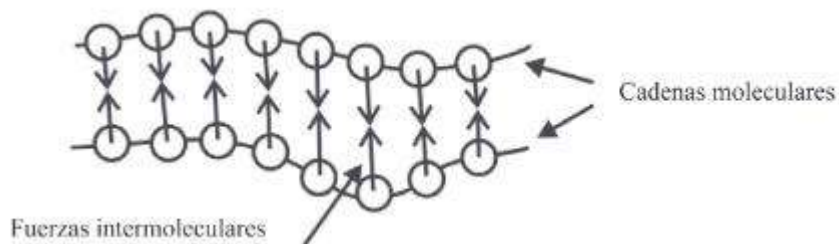


Figura 4-1: Fuerzas intermoleculares.
Fuente:(Sierra et al., 2019, p. 20).

1.4.2.2. Clasificación de polímeros

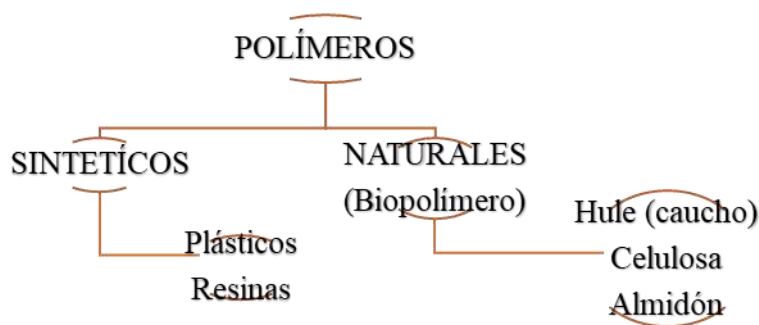


Gráfico 1-1: Clasificación de polímeros.
Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

1.4.2.3. Biopolímeros

Polímero de origen orgánico el cual se puede obtener de vegetales, animales o bacterias para obtener sustancias como el almidón, el caucho y el nitrato de celulosa (Billmeyer, 1975, p. 11).

- Almidón

El almidón está constituido por varias unidades de glucosa cuyos componentes son amilosa y amilopectina; sus porciones varían según su materia prima como fuente para la obtención del almidón. Las macromoléculas por las que está constituido el almidón se caracterizan por el grado de polimerización o ramificación que afecta el comportamiento en los procesos de degradación.

El contenido de amilosa más el número de polimerización que presenta son aquellas que determinan las propiedades físicas, químicas y funcionales que presenta el almidón, como el tamaño de granulo en proporción de amilosa y amilopectina (Aristizábal, 2007, p. 48).

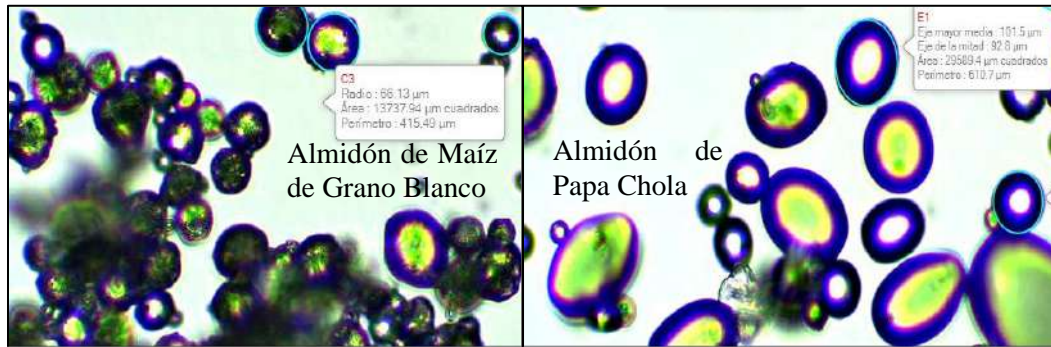


Figura 5-1: Almidón de Maíz de Grano Blanco y Almidón de papa chola.
Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

La figura 5-2 muestra el tamaño de los gránulos de almidón tanto para el maíz como para la papa, los cuales fueron previamente tamizados a una medida de 63 μm , la cual fue vista en el microscopio con un lente de 40X, mismo que muestra el almidón de maíz una forma esférica / poliédrica, mientras que el almidón de papa presentan gránulos de forma lenticular, lo cual por su forma de extracción influirá sobre la temperatura de gelatinización (Tovar, 2008, p. 1;28).

- Amilosa $\alpha\text{-D-(1}\rightarrow\text{4)}$

La amilosa es un polímero de forma lineal que están formado por moléculas de glucosa, las cuales están unidos por enlaces glucosídicos $\alpha\text{-D-(1}\rightarrow\text{4)}$, como se muestra en la figura, el número varía entre diferentes tipos de materia prima para obtener almidón, pero por lo general se encuentra se puede encontrar 1000 unidades de glucosa por cada molécula de amilosa teniendo una forma espiral. En un extremo de esta macromolécula se encuentra el hidroxilo de carbono anomérico en forma de radical libre a la cual se le conoce con el nombre de reductor y a su extremo opuesto también conocido como no reductor forma parte del enlace glucosídico, es por su linealidad que los polímeros de amilosa tienden a agruparse muy estrechamente siendo su forma paralela por la formación de puentes de hidrogeno los cuales reducen su afinidad por el agua, el complejo precipita cristalizándose lo que permite separarla de la amilopectina (Aristizábal, 2007, p. 49).

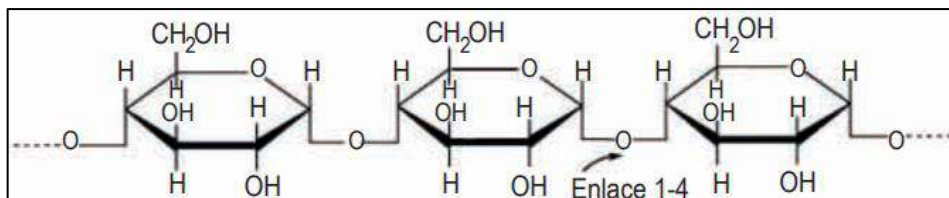


Figura 6-1: Esquema de la amilosa.
Fuente: (Aristizábal, 2007, p. 49).

- Amilopectina

La amilopectina es un polímero cuya estructura es ramificada formada por cadenas lineales la cual está constituida por 15 a 35 moléculas de glucosa, el tamaño y forma ramificada impide que tenga una fácil movilidad, la cual esta unidas por enlaces α -D-(1 \rightarrow 4), la cual está unida por α -D-(1 \rightarrow 6) en esa cadena, esta amilopectina está constituida entre 5-6 de enlaces α -D-(1 \rightarrow 6) las cuales está formada por 100000 moléculas de glucosa (Aristizábal, 2007, p. 49).

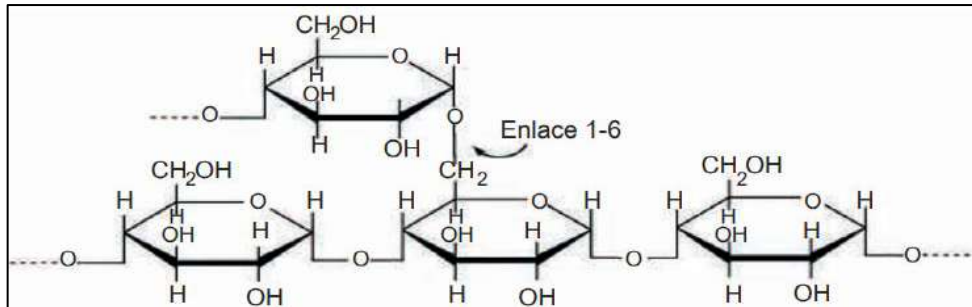


Figura 7-1: Esquema de la amilopectina.

Fuente: (Aristizábal, 2007, p. 49).

• Plastificante

Los plastificantes poseen baja volatilidad y comúnmente son agregados a polímeros aumentando su flexibilidad y elasticidad, mostrando fluidez a temperatura, mostrando suavidad y resistencia a golpes, la mayoría son orgánicos y con un punto de ebullición alto (Polímeros, 2018, p. 1).

- Gelatinización

La gelatinización se define como la pérdida de cristianización al ser sometido a una fuente calor, los pequeños granos de almidón son totalmente insolubles en agua, la fase de gelatinización se divide en fases, en la primera el agua y los polímeros se funden, con los gránulos de almidón se forman como zonas amorfas, en la cual empieza a hincharse además de ser reversible, en esta etapa la amilosa se solubiliza para posteriormente hincharse, sus gránulos de almidón presentes como amilopectina, conserva sus propiedades ópticas como es la refracción de la luz polarizada, esto se debe a la alineación en la que se encuentran sus moléculas, para la obtención del bioplástico la cantidad de agua o compuesto para la gelatinización debe ser baja en el proceso a un porcentaje del 20% muchas veces, incluso muchas veces el agua empleada se ve remplazada por glicerina (García, 2015, p. 17).

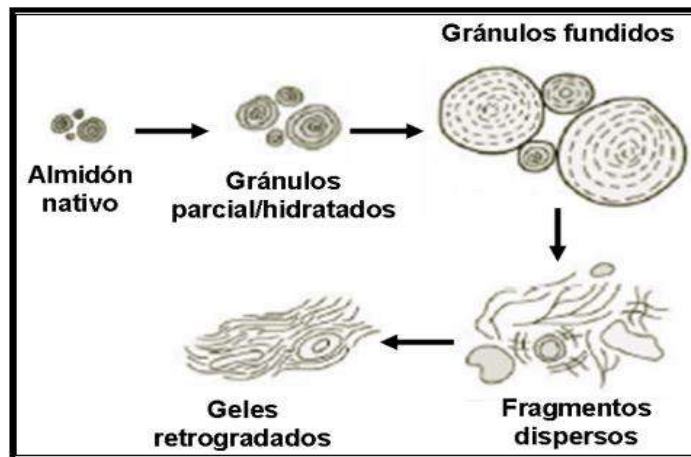


Figura 8-1: Cambios del almidón durante el calentamiento.
Fuente:(Tovar, 2008, p. 31).

- Glicerol

El glicerol o también conocido como glicerina es un agente deshidratante que contiene propiedades lubricantes e higroscópicas esto quiere decir que es capaz de absorber humedad presente en el ambiente, es obtenido de a saponificación de grasas y aceites, esta sustancia es la que permite la degradación de los termoplásticos, sus tres grupos alcohólicos es lo que le da la solubilidad en el agua, esta sustancia es la permite la flexibilidad actuando así como plastificante (Corral, 2016, p. 1).

- Ácido Acético

El ácido acético cuya formula es (CH₃COOH) conocido comúnmente como vinagre también mencionado como acido metano carboxílico o acido etanoico, es un compuesto orgánico de forma líquida sin color de olor acre y su sabor es agrio, se produce de forma industrial por medio del metanol o también mediante la fermentación bacteriana, su forma concentrada es conocida como ácido acético glacial, a nivel de laboratorio esta sustancia es usada como disolvente y es usada en un sin fin de utilidades pero la más común es para evitar la proliferación de hongos y bacterias. En su forma para comercializar el vinagre es diluido del 4% al 8% siendo utilizado para ensaladas o en limpieza.

El ácido acético es usado de varias formas ya sea para el consumo o producción de otras sustancias que incluyen la producción de: acetato de polivinilo, acido etileno acético, ácido acético halogenado, anhídrido acético y acetato de celulosa, estos se usan para la fabricación de tintas y colorantes, pegamentos para madera, esta sustancia es corrosiva cuando se encuentra de forma

concentrada, es por ello es imprescindible usar equipo de protección individual evitando así la inhalación o el contacto con los ojos o la piel, evitando mantener esta sustancia en temperaturas de calor a menos que se lo considere en alguna producción, es recomendable mantenerlo en un área ventilada o fresca (Fisher, 2021, p. 1).

- Agua destilada

El agua destilada o también conocida como agua libre de impurezas como electrolitos, microorganismos, sales minerales u otras sustancias, en su composición está presente solo el hidrogeno y el oxígeno, es por eso que su aspecto es transparente y no posee sabor u olor, su uso es solicitado en industrias, hospitales y laboratorios, no es recomendable consumirla ya que está libre de electrolitos y su falta la convierte en un aislante (Aqua, 2021, p. 1).

1.4.3. Extracción del almidón y Preparación de la muestra

1.4.3.1. Extracción del almidón

El almidón por extraer depende de la materia y la cantidad de almidón, en este caso la materia prima (maíz de grano blanco y papa chola) seguido por el método a utilizar como es el de vía húmeda, se inicia por la elección de materia seguido por el lavado, cortado y triturado, dejándolo reposar (sedimentar), retirando el agua (decantar), secar, pulverizar, tamizar y almacenar (Villalobos y López, 2014, p. 268).

- Metodología de extracción de almidón

El método por utilizar en la extracción de almidón es el método por vía húmeda, este depende en gran medida por la materia a elegir para el dicho proceso de extracción seguido por los procesos de operación y dado que específicamente para el maíz se emplea la humedad, misma que es usada por grandes para refinar y mejorar los productos obtenidos de esta materia siendo el principal fin la obtención de almidón (Avellán et al., 2020, p. 2).

- Selección de materia prima

La materia prima de la cual se va a extraer el almidón se selecciona a quien corresponde un fruto en estado por un periodo de cosecha, una semilla de maíz tarda 55 a 95 días aproximadamente dependiendo del tipo de maíz y el clima, mientras que el tubérculo alcanza su estado maduro de 75 a 120 días, puesto que se encuentra en un estado óptimo para la extracción del almidón.

- Identificación

De la muestra se identifica cual es la materia (hortaliza, verdura o tubérculo) adecuado para la extracción, al igual que su estado, evitando que este tenga moho u otras características dañinas.

1.4.3.2. Preparación de la muestra

La materia prima elegida se la prosigue a caracterizar, para su posterior lavado y pelado.

- Caracterización de materia prima

Se recoge una parte del todo para realizar una caracterización física y química de la materia.

- Lavado de la materia

En caso de tener suciedad o impurezas que no pertenecen a la materia prima de la cual se va a extraer el almidón como (tierra, hojas, restos de abonos, etc.), se las enjuaga con agua tratando de evitar añadir químicos que alteren las propiedades de la materia prima.

- Pelado de la materia

En el pelado se retira la cáscara del fruto para dejar la pulpa y posteriormente se prosigue a cortar en trozos más pequeños para dejar así solo la parte de la materia para el almidón.

- Pesado de la materia prima

Una vez pelado la materia necesaria se prosigue a pesar esta para así determinar el rendimiento del cual se extrae mayor cantidad de almidón por medio de las repeticiones, así mismo se pesa la cáscara y la pulpa.

1.4.4. Operaciones unitarias empleadas en la obtención del almidón

- **Proceso de reducción de tamaño**

El proceso de reducción según (Brito, 2000, p. 28) se realiza por medio de la desintegración mecánica de reducción de tamaño o triturado, dado que a menor tamaño mayor desarrollo de la materia, dejando así la pulpa en tamaño de milímetros dejándola reposar por unas horas en un recipiente para facilitar la extracción del exceso de agua.

- **Filtración a la materia**

La filtración es una operación en la cual se separa un líquido de un sólido, produciendo así que las partículas no estén juntas, dando como resultado la formación de una capa de partículas con mayor diámetro conocida como torta (Brito, 2000b, p. 24).

- **Sedimentación del almidón**

En base a la gravedad las pequeñas partículas que tienen mayor densidad a la del agua precipitan permitiendo que estas vayan hacia el fondo quedando así el líquido en la superficie, dejando el líquido de forma clara, para una posterior decantación.

- **Decantación del líquido**

La decantación es un proceso físico de separación entre partículas más densas que el agua permitiendo así que se separen completamente las partículas dejando por completo en un solo estado el líquido y el sólido.

- **Secado del almidón**

Esta operación unitaria es llevada a cabo mediante el secado total o parcial de la muestra, la cual contiene líquido o humedad a eliminar, efectuado por convención de un fluido caliente que afecta la muestra de forma directa (Brito, 2001, p. 16), el proceso es llevado a cabo en bandejas y en la estufa a una temperatura constante por un tiempo adecuado como 12 horas o hasta que se vea que no necesita estar más tiempo en el equipo.

- Molienda del almidón

Lo secado se somete a triturar en un mortero para disminuir su diámetro para obtener harina, evitando que este se tome mucho tiempo puesto que puede absorber humedad que se encuentra en el ambiente (Villar, 2018, p. 9).

1.5. Método Casting

El método casting es un proceso por el cual un líquido es vertido en un molde para observar su reacción logrando así obtener un objeto rígido para posteriormente someterlo a pruebas como su elongación, tensión, solubilidad y pruebas de biodegradabilidad, esta técnica es empleada a nivel de laboratorio en la formación de biopelículas (Alemán et al., 2020, p. 1).

1.6. Recubrimiento en alimentos

Los recubrimientos hacia productos comestibles, se consideran como una fina capa que se adhiere de forma directa a la superficie del alimento, considerándolo una envoltura protectora (Del-Valle et al., 2005, p. 751), como un mecanismo para la conservación de los mismos, puestos que constituye una barrera semipermeable ante gases, polvo y vapor de agua, retrasando así su deterioro, ayudando a mantener la integridad estructural del alimento al cual cubren como: reteniendo compuestos volátiles, formando una barrera ante el oxígeno impidiendo el tiempo de oxidación y pérdida de humedad, manteniendo el sabor y aroma, presentando grandes beneficios en la conservación de alimentos (Andrade et al., 2013, p. 61-63).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Objetivos de la Investigación

2.1.1. *General*

Elaborar un biofilm con el almidón de la mezcla de maíz (*Zea mays L.*) de grano blanco y papa chola (*Solanum tuberosum L.*) para su uso como recubrimiento en alimentos.

2.1.2. *Específicos*

- Obtener el almidón del maíz (*Zea mays L.*) de grano blanco y papa chola (*Solanum tuberosum L.*).
- Caracterizar de forma fisicoquímica el almidón tanto del maíz de grano blanco y papa chola según la normativa INEN 1456.
- Obtener la mejor formulación para el biofilm a partir del almidón de la mezcla de maíz de grano blanco y papa chola mediante pruebas a nivel de laboratorio.
- Validar los plásticos obtenidos mediante su caracterización de forma fisicoquímica y mecánica.

2.2. Planteamiento de las Hipótesis

2.2.1. *General*

Los almidones a obtener por medio de la extracción de vía húmeda son maíz de grano blanco y papa chola al cual se pretenden mezclar para convertirlo en un plástico biodegradable, variando condiciones, porcentajes y reactivos para cumplir las funciones de un plástico con todos los requisitos para su uso como recubrimientos de alimentos (en propiedades mecánicas y físicas) y además cumplir con la condición de ser un plástico compostable y biodegradable, este material

tendrá la ventaja contra el impacto ambiental reduciendo así la contaminación a diferencia de los plásticos convencionales.

2.2.2. Específicas

- La extracción del almidón de maíz (*Zea mays L.*) de grano blanco y papa chola (*Solanum tuberosum L.*) es realizada por diferentes repeticiones, encontrando así la forma más eficiente de obtener más almidón.
- Al caracterizar el almidón de forma física química permitirá conocer si la materia a trabajar es de calidad para la elaboración del plástico biodegradable bajo la normativa INEN 1456.
- El realizar varias formulaciones en la elaboración del biofilm y variarla en diferentes porcentajes permitirá conocer si es adecuada o no la mezcla el maíz de grano blanco y papa chola todo esto a nivel de laboratorio permitiendo así que no se desperdicien grandes cantidades al hacerlo de forma industrial.
- Se realizará la validación del biofilm que se obtendrá mediante su caracterización de forma fisicoquímica y mecánica para resultados que demuestran la calidad del biofilm.

2.3. Identificación de variables

Tabla 1-2: Identificación de variables.

Etapas del proceso	Variables independientes	Variables dependientes
Extracción del almidón (Maíz y Papa)	Peso de la materia prima	Velocidad de secado Peso del almidón Residuos
	Tiempo Revoluciones	Tiempo de secado % Humedad
Caracterización fisicoquímica del almidón (Almidón de Maíz, Almidón de Papa)	Peso de almidón obtenido	Humedad
		Solubilidad
		Densidad aparente
		pH
		Temperatura de Gelatinización
Obtención Biofilm biodegradable (Mezcla de Almidones)	Concentraciones	Espesor
	Ácido acético y Glicerina	% Humedad
	Cantidad de Almidón	Grado de transición de agua
	Tiempo de secado	Propiedades de tracción
	Temperatura	Biodegradabilidad

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

2.4. Matriz de Consistencia

Tabla 2-2: Matriz de consistencia.

ASPECTOS GENERALES				
Problema	Objetivo	Hipótesis		
La búsqueda por una solución a la gran demanda de utilización del plástico derivado del petróleo, el cual tarda varios años en degradarse una vez utilizado, se ha convertido en una necesidad en estos tiempos, es por esa razón que las industrias ven como un gran desafío el buscar una materia de origen orgánico que sustituya al actual plástico.	Elaborar un biofilm con el almidón de la mezcla de maíz (<i>Zea mayz L.</i>) de grano blanco y papa chola (<i>Solanum tuberosum L.</i>) para su uso como recubrimiento en alimentos.	Los almidones a obtener por medio de la extracción de vía húmeda son maíz de grano blanco y papa chola al cual se pretenden mezclar para convertirlo en un plástico biodegradable, variando condiciones, porcentajes y reactivos para cumplir las funciones de un plástico con todos los requisitos para su uso como recubrimientos de alimentos (en propiedades mecánicas y físicas) y además cumplir con la condición de ser un plástico compostable y biodegradable, este material tendrá la ventaja contra el impacto ambiental reduciendo así la contaminación a diferencia de los plásticos convencionales.		
ASPECTOS ESPECIFICOS				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Técnicas
El maíz blanco conocido por la presencia de alto contenido de almidón es desperdiciado al ser considerado un grano duro de consumir, por lo tanto, se consume otro tipo de maíz, dado que el maíz blanco es similar al maíz amarillo, pero carecen de pigmentación caroteno (Yara, 2018)	Obtener el almidón del maíz (<i>Zea mayz L.</i>) de grano blanco y papa chola (<i>Solanum tuberosum L.</i>).	La extracción del almidón de maíz (<i>Zea mayz L.</i>) de grano blanco y papa chola (<i>Solanum tuberosum L.</i>) es realizada por diferentes repeticiones, encontrando así la forma más eficiente de obtener más almidón.	Temperatura Tiempo Humedad	Extracción del almidón por vía húmeda. Medición del tiempo de secado. Curva de secado. Método de secado en mufla.
No todas estas son aceptadas y consumidas por la población, desperdiciando un lote que puede ser usado para la elaboración del biofilm.	Caracterizar de forma fisicoquímica el almidón tanto del maíz de grano blanco y papa chola según la normativa INEN 1456 en la elaboración del biofilm.	Al caracterizar el almidón de forma física química permitirá conocer si la materia a trabajar es de una gran calidad para la elaboración del plástico biodegradable bajo la normativa INEN 1456.	pH Solubilidad Ceniza Humedad Temperatura de Gelatinización Densidad aparente	Normativa NTE INEN 1456

Lo anteriormente mencionado busca elaborar un biofilm, a partir del almidón obtenido por medio de la mezcla de maíz de grano blanco y papa chola que posteriormente se someterán a pruebas para saber si es viable su uso como en el recubrimiento en alimentos.	Obtener la mejor formulación para el biofilm a partir del almidón de la mezcla de maíz de grano blanco y papa chola mediante pruebas a nivel de laboratorio.	El realizar varias formulaciones en la elaboración del biofilm permitirá si es adecuada o la mezcla el maíz de grano blanco y papa chola todo esto a nivel de laboratorio permitiendo así que no se desperdicien grandes cantidades al hacerlo de forma industrial.	Humedad Espesor Permeabilidad Propiedades de tracción	Métodos físicos Métodos mecánicos
La presencia de mayores beneficios para ser considerado un plástico apto para remplazar a los plásticos del petróleo.	Validar los plásticos obtenidos mediante su caracterización de forma fisicoquímica y mecánica.	Se realizará la validación del biofilm que se obtendrá mediante su caracterización de forma fisicoquímica y mecánica para resultados que demuestran la calidad del biofilm.	Espesor Caracterización	Métodos mecánicos Métodos fisicoquímicos

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

2.5. Tipo y Diseño de Investigación

2.5.1. Tipo de investigación

La investigación para desarrollarse es exploratoria, buscando el estudio de la materia prima en la obtención de almidón del maíz de grano blanco y papa chola, para la obtención de un plástico biodegradable, mediante su caracterización dicho producto permitirá ser desarrollado como un sustituto para el plástico derivado del petróleo, el producto que se obtendrá permite que estos datos sean usados para futuras investigaciones puesto que aún no existen investigaciones con este tema.

2.5.2. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es experimental ya que la extracción de almidón controla varias variables como el tiempo, temperatura, revolución, métodos mecánicos, físicos, además, ya una vez obtenido el plástico biodegradable se realizan diferentes experimentos a diferentes concentraciones y diferentes cantidades de plastificantes como el ácido acético o glicerina, para este diseño se procede con la ecuación experimental siguiente:

$$DE = 2^K$$

Ecuación 1-2: Diseño Experimental

Donde:

DE: Diseño experimental

2: Nivel (Bajo “-” y Alto “+”) de cada factor

K: Número de factores (Concentración de almidón “A” y Ácido acético “B”)

Esta ecuación cuantifica la variable de estudio que se va a desarrollar como es el caso de la concentración, almidón y glicerina, es por ello por lo que se llevan a cabo distintas pruebas de concentración de almidón de la cual se establece como límite superior un valor de 1.5 e inferior 1 y del plastificante un límite alto de 1 y bajo de 0.5.

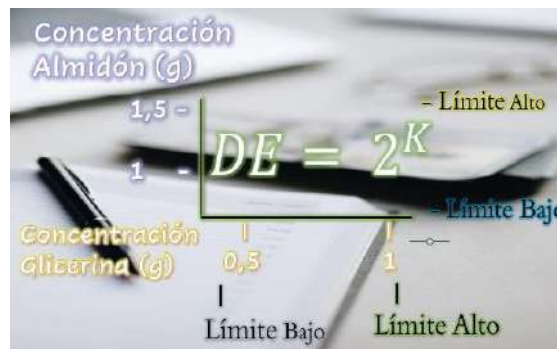


Figura 1-2: Diagrama del diseño experimental.
Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

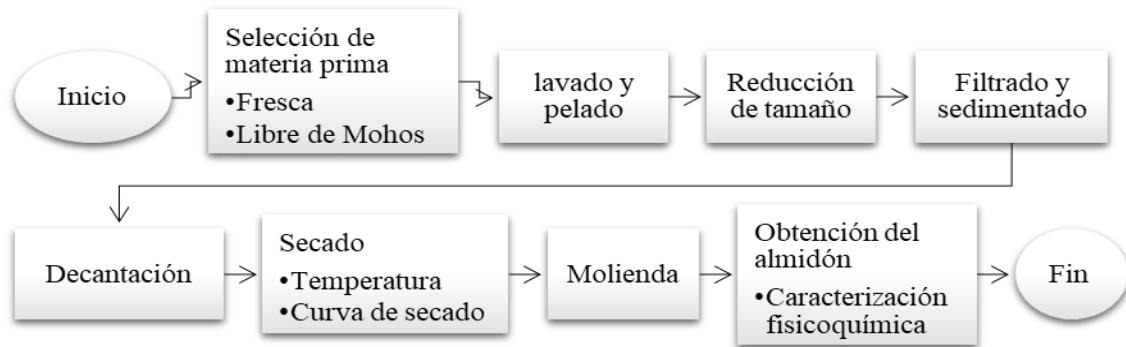


Gráfico 1-2: Diagrama de flujo de extracción del almidón.
Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.



Gráfico 2-2: Diagrama de flujo de la obtención del plástico biodegradable.
Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

2.6. Unidad de Análisis

La unidad de análisis de la presente investigación es del biofilm obtenido de la mezcla de los almidones de maíz (*Zea mays L.*) de grano blanco y papa chola (*Solanum tuberosum L.*), el cual será analizado por medio de las características fisicoquímicas y así poder considerarlo como de buena o mala calidad.

2.7. Población de Estudio

La presente población de estudio en esta investigación es la materia prima, mezcla de almidones de maíz (*Zea mays L.*) de grano blanco y papa chola (*Solanum tuberosum L.*) misma que será adquirida en el mercado de la ciudad en donde se desarrolla la investigación, seleccionando materia de calidad basándose en la firmeza de este observando que este en buena calidad.

2.8. Tamaño de Muestra

En esta investigación se trabajará con una muestra de una arroba de maíz (*Zea mays L.*) de grano blanco y papa chola (*Solanum tuberosum L.*) observando así que el producto presenta gran cantidad de almidón por medio de bibliografía, de la cual se prevé realizar las distintas formulaciones para la obtención del biofilm.

2.9. Selección de muestra

En la selección de la muestra del maíz (*Zea mays L.*) de grano blanco y papa chola (*Solanum tuberosum L.*) se toman en cuenta varios parámetros para determinar la calidad de esta y además de considerar ciertas características importantes como son: la frescura, la identificación de que no presente moho, y sobre todo que no esté arrugada mostrando síntomas que ha pasado varios días.

2.10. Técnicas de Recolección de Datos

2.10.1. Almidón de maíz de grano blanco y papa chola

2.10.1.1. Extracción de Almidón por vía húmeda

Materiales y Equipos

- Licuadora industrial
 - Cuchillos
 - Balanza Probeta
 - Espátula
 - Vidrio de Reloj
 - Cronometro
 - Recipiente de vidrio
 - Recipientes de Aluminio
 - Recipiente de plástico
 - Tela filtrante
 - Secador de bandejas (estufa)
 - Fundas Ziploc
 - Papel aluminio
 - Guantes aislantes
 - Espátula
 - Mortero y pistilo
 - Probeta de 250 mL
- Reactivos**
- Agua (libre de minerales)
 - Agua destilada
 - Metabisulfito de Sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$)
 - Materia prima

Tabla 3-2: Extracción de Almidón por vía húmeda.

Procedimiento
<ul style="list-style-type: none">• Seguir los pasos del Gráfico 1-2• Se lava y se retira las impurezas de la materia (Maíz de grano Blanco y Papa Chola), posterior se corta en trozos disminuyendo su tamaño (recomendado solo para la Papa chola).• Se realizar cuatro tratamientos por cuatro repeticiones de cada tratamiento teniendo en total 16 (solo con una materia “como son 2 materias sería un total de 32”), cada tratamiento lleva 150.00 g de materia y 500.00 mL de solución.• La solución se realiza con agua destilada al 0.50% de metabisulfito de sodio necesaria para todos los tratamientos a realizar.• Se procede a licuar la materia prima, considerando el tiempo y velocidades (cuatro tratamientos “ver Tabla 3-3”)• Primer tratamiento, se filtra en recipientes de plásticos con la tela filtrante, separando así el líquido que contiene el almidón dejando en el filtro el compost.• Se deja reposar por aproximadamente 12 horas o las suficientes dejando asentar el almodón por completo.• Se procede a retirar el agua en exceso dejando así el sedimento.• Se pesa el sedimento el cual aún contiene una cantidad de agua mínima.• Se repite, con el segundo tratamiento o repetición hasta concluir.• Se deja secar en una estufa, en bandejas necesarias para un homogéneo secado con una capa no muy gruesa, a 55 °C eliminando restos de humedad y evitando que se quemem.• Se pesar las muestras de cada tratamiento cada 30 min o 1 hora hasta que alcance un peso constante.• Una vez alcanzado el peso constante se tritura la muestra buscando que este alcance una granulometría de 106 µm a nivel microscópico.• Se pasa el almidón por el tamiz de 63 µm.• Por último, la muestra es almacenada, se considera una temperatura de 22°C, para su conservación.
Resultado esperado
<ul style="list-style-type: none">• El almidón obtenido debe tener una granulometría de 106 µm.

Fuente:(Charro, 2015, p. 25-27), (Chuiza y Brito, 2020, p. 985).

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

2.10.1.2. Caracterización del almidón

Tabla 4-2: Caracterización del almidón.

PRUEBA DE LUGOL		
Materiales y Equipos	Reactivos	Fórmula para el cálculo
<ul style="list-style-type: none"> • Tubos de ensayo • Gradilla de tubos de ensayo 	<ul style="list-style-type: none"> • Almidón de maíz de grano blanco. • Almidón de papa chola • Agua destilada. • Solución de Lugol. 	<ul style="list-style-type: none"> • Medición directa (cuantitativa).
Procedimiento		
<ul style="list-style-type: none"> • Se agrega 3 g aproximadamente en almidón extraído en un tubo de ensayo. • Se agrega 3 mL de agua destilada en el tubo de ensayo. • Se adiciona 2 gotas de solución de Lugol (agregar más gotas de ser necesario). • Se espera a ver el tono o color que toma la muestra en el tubo de ensayo. • Posterior se agita la solución para que tome un color más intenso. 		
Resultados esperados		Fuente
Se considera un almidón puro al agregar una o dos gotas de la reacción de Lugol, se torna en un color azul-violeta o azul-oscuro, mientras más oscura sea la solución mayor pureza presenta.		(Aguiar et al., 2014)
PRUEBA DE SOLUBILIDAD		
Materiales y Equipos	Reactivos	Fórmula para el cálculo
<ul style="list-style-type: none"> • Vaso de precipitación 25mL y 200mL • Reverbero • Varilla de agitación • Probeta de 100 mL 	<ul style="list-style-type: none"> • Espátula • Balanza analítica • Pinzas • Malla de asbesto 	<ul style="list-style-type: none"> • Almidón de maíz de grano blanco. • Almidón de papa chola. • Agua destilada.
		Fórmula para el cálculo
		Medición directa (cuantitativa).
Procedimiento		
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar una suspensión agregando 2.00 g de muestra, se añade 5.0ml de agua destilada, todo esto en un recipiente de 25 mL, agitar la muestra. • La muestra en suspensión se transfiere sobre 100.00 mL de agua caliente, en un vaso de 200.00 mL y dejar que continúe el proceso hasta la ebullición por 2 min. • Después medir el pH de la solución. 		
Resultado esperado		Fuente
Se concluye cuando se observa sólo ligera opalescencia, y esta se mantiene sin intensificar en el enfriamiento.		(NTE INEN 1456, 2012, p. 1)
PRUEBA DE pH		
Materiales y Equipos	Reactivos	Fórmula para el cálculo
<ul style="list-style-type: none"> • pH-metro normalizado a 25 °C • Vaso de precipitación • Termómetro 	Solución del ensayo de solubilidad.	
		Fórmula para el Cálculo
		Medición directa (cuantitativa).
Procedimiento		

<ul style="list-style-type: none"> • Se estandariza el pH-metro a 25°C por medio de electrodos con solución tampón pH 7,0. • Se lava los electrodos por medio de agua destilada y se seca con pañitos absorbentes, (teniendo en cuenta que es un proceso cuidadoso). • Se sumerge los electrodos en la solución de muestra realizada en la prueba de solubilidad, misma que debe permanecer a 25°C. • Presionar el botón de lectura del pH. 	
Resultado esperado	Fuente
Debe cumplir con el requisito si la lectura de pH da valores entre 5.0 y 7.0.	(NTE INEN 1456, 2012, p. 1.2).
RESIDUOS POR CALCINACIÓN	
Materiales y equipos	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> • Crisoles de platino o porcelana. (se recomienda 3/cdu) • Balanza analítica • Mufla • Desecador • Reverbero • Pinzas • Guantes térmicos • Espátula 	<ul style="list-style-type: none"> • Almidón de maíz de grano blanco. • Almidón de papa chola.
	Fórmula para el cálculo
	$\% \text{ Cenizas} = \frac{PC}{Pi} \times 100$ <p>Ecuación 2-2: Porcentaje de cenizas. <i>PC</i> = Peso de las cenizas (g). <i>Pi</i> = Peso de la muestra al inicio (g).</p>
Procedimiento	
<ul style="list-style-type: none"> • En un crisol de porcelana (anteriormente puesto en la estufa por un día) se le añade 1.00 g de muestra. • Calentar hasta que se encuentre en ignición todo esto bajo campana de extracción, por aproximadamente 1 a 2 horas hasta que se encuentre carbonizado desapareciendo la materia orgánica. • La calcinación se lleva a cabo por 15 min, en una mufla de 800 °C, se deja enfriar en el desecador y se pesa, hasta obtener un valor constante. 	
Resultado esperado	Fuente
El residuo obtenido no debe ser mayor que 0.40 g/100 g.	(NTE INEN 1456, 2012, p. 3)
TEMPERATURA DE GELATINIZACIÓN	
Materiales y equipos	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> • Balanza analítica • Vaso de precipitación • Reverbero • Varilla de agitación • Termómetro 	<ul style="list-style-type: none"> • Cronometro • Espátula • Pinzas • Reloj
	<ul style="list-style-type: none"> • Almidón de maíz de grano blanco. • Almidón de papa chola. • Agua destilada.
	Fórmula para el cálculo
	Medición directa (cuantitativa).
Procedimiento	
<ul style="list-style-type: none"> • Se pesa 10.00 g de muestra y se afora 100.00 mL, se agita. • Se recoge 50.00 mL de la solución y se lleva a baño maría a una temperatura de 85 °C • Se remueve constantemente hasta observar una pasta. 	

<ul style="list-style-type: none"> Se lee la temperatura de forma directa por el termómetro. 	
Resultado esperado	Fuente
La pasta de gelatinización a obtener es de una temperatura entre 72.40°C y 73.68°C para el maíz y para la papa su temperatura es de entre 64.40 a 70.40°C.	(Agama et al., 2013, p. 9) (Díaz, 2015, p. 68)
VISCOSIDAD DE BROOKFIELD	
Materiales y equipos	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> Viscosímetro de Brookfield Vaso de precipitación Varilla de agitación Balanza analítica Termómetro Reverbero Espátula Pinzas 	<ul style="list-style-type: none"> Almidón de maíz de grano blanco Almidón de papa chola Agua destilada
	Fórmula para el cálculo
	Medición de forma directa (cuantitativa)
Procedimiento	
<ul style="list-style-type: none"> Se inicia con el peso de 25.00 g de muestra, se procedió a disolver en agua destilada hasta completar 500.00 mL. Se colocó la muestra en un vaso 1000 mL hasta alcanzar la ebullición por 15 min. Por último, se deja enfriar el gel hasta los 25°C. Se lee directamente la viscosidad de un viscosímetro de Brookfield. 	
Resultado esperado	Fuente
Los valores por esperar de viscosidad oscilan de 9960 a 12266.7cP.	(Aristizábal, 2007, p. 66) (Díaz, 2015, p. 73)
DENSIDAD APARENTE	
Materiales y equipos	Fórmula para el cálculo
<ul style="list-style-type: none"> Balón de aforo de 25 mL Balanza analítica Espátula Embudo 	$m_{Almidón} = m3 - m2$ <p>Ecuación 3-2: Masa de almidón.</p> $V_{Almidón} = \frac{m_{Almidón} - (m4 - m1)}{\rho_{H2O}}$ <p>Ecuación 4-2: Volumen de almidón.</p> $\rho_{Almidón} = \frac{m_{Almidón}}{V_{Almidón}}$ <p>Ecuación 5-2: Densidad del almidón.</p>
Reactivos	
<ul style="list-style-type: none"> Almidón de maíz de grano blanco. Almidón de papa chola. Agua destilada. 	
Procedimiento	
<ul style="list-style-type: none"> Pesar el balón de aforo vacío. P0 Añadir una cierta cantidad de agua hasta llegar a un volumen establecido de 25 mL. (aforar) Pesar el balón de aforo con el agua añadida de 25 mL. M1 Vaciar el balón de aforo, llenar el balón de aforo hasta la mitad con agua, pesar. M2 Con ayuda de la espátula adicionar una pequeña muestra de almidón. Pesar la muestra del balón de aforo con la mitad de agua más el almidón. M3 Completar la cantidad de agua hasta llegar marca de aforo. 	

Resultado esperado	Fuente	
El almidón debe tener una densidad promedio de 1.560 g/mL.	(Aristizábal, 2007, p. 65)	
ÍNDICE DE ABSORCIÓN DE AGUA		
Materiales y equipos	Reactivos	Fórmula para el cálculo
<ul style="list-style-type: none"> Baño con calentamiento constante Pipeta volumétrica de 10 mL 4 tubos de centrifuga Balanza analítica Probeta de 25 mL Estufa a 50°C Centrifuga Espátula Embudo 	<ul style="list-style-type: none"> Almidón de maíz de grano blanco. Almidón de papa chola. Agua destilada. 	$m_{\text{Peso del gel}} = m_3 - m_2$ <p style="text-align: center;">Ecuación 6-2: Peso del gel.</p> $m_{\text{Índice de absorción de agua (IAA)}} = \frac{\text{Peso del gel (g)}}{\text{Peso muestra (g)}}$ <p style="text-align: center;">Ecuación 7-2: Índice de absorción del agua.</p>
Procedimiento		
<ul style="list-style-type: none"> Introducir los tubos de la centrifuga en la estufa a 50°C por 24 h. Colocar los tubos en el desecador hasta que se encuentren a temperatura ambiente 25°C Pesar los vacíos m1 y con tapa m2. Añadir 1.25 g de almidón en cada tubo (peso de la muestra), posterior añadir 30 mL de agua destilada. Agitar los tubos ligeramente y colocar los tubos a baño maría a una temperatura de 60°C durante 30 minutos, a los 10 minutos de haber iniciado el proceso agitar la solución. Colocar los tubos en la centrifuga por un tiempo de 30 minutos a una revolución de 4900 RPM. Decantar el volumen sobrante midiéndolo por medio de la pipeta volumétrica. Pesar el tubo de centrifuga con el gel m3. 		
Resultado esperado	Fuente	
El índice de absorción de agua en el almidón de yuca varía entre 0.82 y 15.52 gel/g.	(Aristizábal, 2007, p. 73)	
HUMEDAD DEL ALMIDÓN		
Materiales y equipos	Reactivos	Fórmula para el cálculo
<ul style="list-style-type: none"> Termobalanza Espátula Aluminio 	<ul style="list-style-type: none"> Almidón de maíz de grano blanco. Almidón de papa chola. Agua destilada. 	<ul style="list-style-type: none"> Medición de forma directa (cuantitativa)
Procedimiento		
<ul style="list-style-type: none"> Realizar una canasta en forma circular según el modelo de la base del equipo termo balanza. Colocar 1.00 g en la termobalanza. Esperar un tiempo adecuado del equipo para anotar el valor. 		
Resultado esperado	Fuente	
Considerar el valor dictado por el equipo del porcentaje de humedad, valor estándar para el almidón de yuca 10-13.	(Aristizábal, 2007, p. 113) con modificaciones	

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

2.10.2. Plástico por medio la mezcla de Almidones

2.10.2.1. Obtención del biofilm por medio de la mezcla de almidones

Materiales y equipos

- Secador de bandejas
 - Reverbero
 - Vasos de precipitación de 250 mL
 - Varilla de agitación
 - Probeta de 250 mL y 50 mL
 - Balanza analítica
 - Papel aluminio
 - Espátula
 - Moldes de Vidrio
 - Pinzas
 - Termómetro
- Reactivos**
- Agua
 - Glicerol (C₃H₈O₃)
 - Ácido Acético (CH₃-COOH)
 - Almidón de Maíz de grano Blanco
 - Almidón de papa chola

Tabla 5-2: Biofilm por medio de la mezcla de almidones.

Procedimiento
<ul style="list-style-type: none">• Seguir la guía del Gráfico 2-2• En un vaso de precipitación de 25.00 mL se prepara una solución de agua destilada – almidón.• Se coloca la solución a baño maría.• La solución es agitada de forma constante y posterior a 5 minutos se coloca el plastificante y el ácido acético, se continúa homogenizando hasta encontrar el punto de gelatinización.• Se coloca la muestra en los moldes de vidrio de forma homogénea y directa evitando volver a pasar la muestra sobre ella.• Se deja secar a temperatura ambiente, mismo que puede tardar de 2 a 3 días hasta su secado completo.
Resultado esperado
El plástico obtenido debe pasar las pruebas a someter para ser considerado apto y apropiado.

Fuente:(Chuiza y Brito, 2020, p. 986).

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

2.10.2.2. Caracterización del biofilm

Tabla 6-2: Caracterización del biofilm.

HUMEDAD	
Materiales y equipos	Fórmula para el cálculo
<ul style="list-style-type: none"> • Biofilm de mezcla de almidones • Balanza analítica • Estufa 	<ul style="list-style-type: none"> • Método Gravimétrico $\% Humedad = \frac{P1 - P2}{P1} \times 100$ <p style="text-align: center;">Ecuación 8-2: Porcentaje de humedad.</p> <p><i>P1</i> = Peso inicial <i>P2</i> = Peso final seco</p>
Reactivos	
Biofilm a ensayar	
Procedimiento	
<ul style="list-style-type: none"> • Se toma el peso inicial a la muestra. • Se coloca la muestra en la estufa misma que se encuentra a 105°C. • Se la deja por 24 horas, una vez pasado el tiempo se pesa y se conserva la muestra para otro análisis. • Se realizan dos repeticiones y se saca promedio. 	
Resultado esperado	Fuente
Se considera el porcentaje de humedad.	(Escobar et al., 2009, p. 34)
SOLUBILIDAD EN AGUA	
Materiales y equipos	Fórmula para el cálculo
<ul style="list-style-type: none"> • Vasos de muestra • Balanza analítica • Papel filtro • Probeta 	$\% Solubilidad = \frac{P1 - P2}{P1} \times 100$ <p style="text-align: center;">Ecuación 9-2: Porcentaje de solubilidad.</p> <p><i>P1</i> = Peso inicial seco del biofilm (g). <i>P2</i> = Peso final seco del biofilm (g).</p>
Reactivos	
<ul style="list-style-type: none"> • Biofilm a ensayar • Agua destilada 	
Procedimiento	
<ul style="list-style-type: none"> • De la anterior prueba se consideran las muestras y se las coloca en un vaso de muestra con 50.00 mL de agua destilada. • Los vasos son llevados al agitador con 100 rpm durante 1 hora y media. • Posteriormente se filtra y se coloca en la estufa a 40°C se pesa hasta que se obtenga un valor constante (necesario 5 pesos). 	
Resultado esperado	Fuente
Se considera el porcentaje de solubilidad que tiene el biofilm al someterse a este método.	((Palma et al., 2017, p. 28)
GRADO DE TRANSMISIÓN DE VAPOR DE AGUA	
Materiales y equipos	Fórmula para el cálculo
<ul style="list-style-type: none"> • Balanza analítica • Tubos de ensayo 	$TVA_{\varepsilon} = \frac{\Delta m}{t \times A} \times \varepsilon$ <p style="text-align: center;">Ecuación 10-2: Grado de transmisión de vapor</p>
Reactivos	

<ul style="list-style-type: none"> • Biofilm de mezcla de almidones • Agua destilada • Silicon 	Δm = Cambio de masa (g) t = Tiempo entre lecturas (h) A = área de las muestras de ensayo (m^2) \mathcal{E} = espesores del biofilm (mm)	
Procedimiento		
<ul style="list-style-type: none"> • Se activa la sílica en la estufa previamente. • Se coloca los tubos de ensayo en la estufa mismos que se usaran. • Se vierte la silicona en los tubos de ensayo hasta 1 cm antes del borde. • Se colocan el biofilm pesado en el borde del tubo de ensayo, sellándolo bien evitando dejar paso de aire. • Se pesan y se coloca en el desecador con solución previamente preparada se toma el peso cada hora por 24 horas. 		
Resultado esperado	Fuente	
Se considera el valor del grado de transmisión de vapor.	(ASTM D1653 - 93, 1999, p. 2)	
ESPEJOR DEL PLÁSTICO		
Materiales y equipos	Reactivos	
<ul style="list-style-type: none"> • Pie de rey o micrómetro digital • Láminas de biofilm • Cúter 	Biofilm a ensayar	
	Fórmula para el cálculo	
	Medición directa	
Procedimiento		
<ul style="list-style-type: none"> • Se hace uso de un micrómetro digital. • La medida por uso del micrómetro es de forma directa. • Se coloca el biofilm en el equipo entre la punta fija y el musillo de la forma más ajustada. • Se toma la lectura. 		
Resultado esperado	Fuente	
Que los espesores de las muestras tengan un error mínimo al requerido en la experimentación.	(NTE INEN 2635, 2012, p. 10)	
PROPIEDADES DE TRACCIÓN DEL PLÁSTICO		
Materiales y equipos	Reactivos	Fórmula para el cálculo
Maquina universal de pruebas de tracción	<ul style="list-style-type: none"> • Biofilm a ensayar 	Pruebas realizadas en el Lab LenMav
Procedimiento		
<ul style="list-style-type: none"> • Las muestras de ensayo se deben acondicionar, como mínimo, 1 h a $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. • Hay que asegurar que las muestras y las caras del dispositivo de medida, están libres de contaminación, por ejemplo, polvo. • Antes de iniciar las medidas y después de cada serie de ellas, se comprueba el punto cero del dispositivo de medida. • Se coloca las probetas de ensayo en mordazas de la máquina. • Se apretar las mordazas de forma uniforme evitando el desplazamiento durante la prueba. 		
Resultado esperado	Fuente	
Se considera degradado cuando el 75,00 % o más es de las probetas tiene un alargamiento por tracción de 5.00 % o menos.	(NTE INEN 2637, 2012, p. 4)	

BIODEGRADABILIDAD																								
Materiales y equipos	Fórmula para el cálculo																							
<ul style="list-style-type: none"> • Biofilm de mezcla de almidones • Recipientes herméticos 	$\% P_{\text{peso}} = \frac{P1 - P2}{P1} \times 100$ <p>Ecuación 11-2: Rendimiento de la degradación.</p> <p>P1 = Peso inicial seco del biofilm (g)</p> <p>P2 = Peso final seco del biofilm (g)</p>																							
Reactivos																								
<ul style="list-style-type: none"> • Biofilm a ensayar • Tierra Orgánica 																								
Procedimiento																								
<ul style="list-style-type: none"> • Se recorta muestras de biofilm 3cm x 3cm de cada tratamiento. • Se coloca en tierra orgánica y en agua a unos 12.00 cm de la superficie y otra a temperatura ambiente. • Se revisa la muestra cada 3 días y se anota los datos hasta que estos desaparezcan de la vista humana. • Tierra orgánica (presencia de materia orgánica) A1. 																								
 <p>Horizontes del suelo</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tbody> <tr> <td rowspan="4" style="text-align: center;">A</td> <td>A00</td> <td>Hojas y residuos orgánicos sin descomponer</td> </tr> <tr> <td>A0</td> <td>Residuos parcialmente descompuestos</td> </tr> <tr> <td>A1</td> <td>Color oscuro por presencia de materia orgánica</td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td>Color claro por efecto del lavado</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">A3-B1 Transición a A-B</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">B</td> <td>B2</td> <td>Precipitación de sustancias lavadas de A</td> </tr> <tr> <td>B3</td> <td>Transición B-C</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">C</td> <td>C</td> <td>Fragmentos y restos de meteorización de la roca madre</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">D</td> <td>D</td> <td>Roca madre sin alterar</td> </tr> </tbody> </table>		A	A00	Hojas y residuos orgánicos sin descomponer	A0	Residuos parcialmente descompuestos	A1	Color oscuro por presencia de materia orgánica	A2	Color claro por efecto del lavado	A3-B1 Transición a A-B			B	B2	Precipitación de sustancias lavadas de A	B3	Transición B-C	C	C	Fragmentos y restos de meteorización de la roca madre	D	D	Roca madre sin alterar
A	A00		Hojas y residuos orgánicos sin descomponer																					
	A0		Residuos parcialmente descompuestos																					
	A1		Color oscuro por presencia de materia orgánica																					
	A2	Color claro por efecto del lavado																						
A3-B1 Transición a A-B																								
B	B2	Precipitación de sustancias lavadas de A																						
	B3	Transición B-C																						
C	C	Fragmentos y restos de meteorización de la roca madre																						
D	D	Roca madre sin alterar																						
Resultado esperado	Fuente																							
Se considera la degradabilidad cuando el biofilm se ve afectado por el medio alrededor en pocos días.	(INEN 2643, 2012, p. 2-3)																							

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. Datos de ensayos

Los datos de ensayo a considerar son los siguientes que se muestran en la **Tabla 1-3** en los cuales los análisis físicos del tubérculo y el cereal son el peso, diámetro longitud y radio, en el tubérculo se considera la materia con cáscara y sin cáscara.



Figura 1-3: Muestreo de la materia prima.

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

3.1.1. Datos de ensayos de la materia prima

3.1.1.1. Análisis físico de la materia prima

Tabla 1-3: Análisis físico de la materia prima (Maíz y papa Chola).

N.º	Maíz (<i>Zea mays L.</i>) de Grano Blanco				Papa Chola (<i>Solanum tuberosum L.</i>)							
					Con Cáscara				Sin Cáscara			
	Peso (g)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Radio (cm)	Peso (g)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Radio (cm)	Peso (g)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Radio (cm)
1	0.49	0.79	0.92	0.40	40.00	4.30	5.50	2.15	35.00	3.67	4.31	1.83
2	0.45	0.79	1.09	0.40	66.00	4.90	6.00	2.45	55.00	4.65	5.88	2.33
3	0.48	0.69	0.99	0.35	58.00	4.50	5.30	2.25	52.00	4.05	5.21	2.03
4	0.50	0.91	1.05	0.46	56.00	3.51	6.85	1.76	46.00	3.42	6.54	1.71
5	0.44	0.61	1.14	0.31	27.00	3.10	4.71	1.55	22.00	2.88	4.41	1.44
\bar{x}	0.47	0.76	1.04	0.38	49.40	4.06	5.67	2.03	42.00	3.73	5.27	1.87

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

3.1.1.2. Análisis sensorial de la materia prima forma organoléptica

Tabla 2-3: Análisis sensorial de la materia prima (Maíz y papa Chola).

N.º	PRODUCTO	CARACTERÍSTICAS				
		COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA I	TEXTURA E
Materia Prima	Maíz de Grano Blanco	Blanquecino	Olor característico de la materia usada (Maíz)	Ligero salado	Rígida	Dura
	Papa Chola	Amarillo azafrán	Característico (papa)	salado	Áspera	Dura

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

3.1.2. Datos de extracción de almidones de maíz de grano blanco y de papa chola

3.1.2.1. Datos de la Extracción de almidón por vía húmeda

Tabla 3-3: Extracción de almidones por vía húmeda (maíz y papa).

N.º	Tratamiento	Repetición	Agua (mL)	Peso (g)			Rendimiento (%)		Tiempo secado (h)	
				Materia (g)	Almidón		Promedio	Promedio		
					Resultado	Total				
1 Maíz de grano Blanco	TM1 RPM B: 1.5	1	500	150	32.474	34.206	136.824	21.65	22.804	38
		2			36.006			24.00		
		3			33.853			22.56		
		4			34.490			22.99		
	TM2 RPM A: 1.5	1			33.044	32.854	131.416	22.03	21.903	
		2			33.452			22.30		
		3			31.438			20.95		
		4			33.481			22.32		
	TM3 RPM B: 2	1			34.412	35.5567	142.227	22.94	23.705	
		2			35.372			23.58		
		3			36.263			24.17		
		4			36.178			24.11		
	TM4 RPM A: 2	1			31.159	32.1963	128.785	20.77	21.464	
		2			31.327			20.88		
		3			34.296			22.86		
		4			32.002			21.33		
2 Papa chola	TP1 RPM B: 1	1	500	150	14.892	15.082	60.329	9.92	10.055	30
		2			15.070			10.04		
		3			15.617			10.41		
		4			14.749			9.83		
	TP2 RPM B: 1.5	1			22.210	22.362	89.449	14.80	14.908	
		2			24.180			16.12		
		3			21.349			14.23		
		4			21.708			14.47		
	TP3 RPM A: 1	1			19.667	19.191	76.766	13.11	12.794	
		2			21.547			14.36		
		3			17.815			11.87		
		4			17.736			11.82		
	TP4 RPM A: 1.5	1			18.048	18.505	74.020	12.03	12.337	
		2			14.768			9.84		
		3			20.191			13.46		
		4			21.011			14.00		

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

B= Revolución Baja

1= Un minuto

1.5= Minuto y medio

A= Revolución Alta

2= Dos minutos

En los datos de la extracción de almidones (maíz de grano blanco y papa chola) se considera cuatro tratamientos para cada materia prima, a revolución baja de 6800 RPM y alta a 20000 RPM en una licuadora casera Oster modelo BPSTO-2B.

La extracción de almidón en el maíz de grano blanco se realizó con el primer tratamiento (TM1) a una revolución baja con un tiempo de un minuto y medio la misma que tuvo cuatro repeticiones, el segundo tratamiento (TM2) a una revolución alta con un tiempo de un minuto y medio con cuatro repeticiones, el tercer tratamiento (TM3) a una revolución baja con un tiempo de dos minutos con cuatro repeticiones, el cuarto tratamiento (TM4) a una revolución alta con un tiempo de dos minutos con cuatro repeticiones.

La extracción de almidón en la papa chola se realizó con el primer tratamiento (TP1) a una revolución baja con un tiempo de un minuto con cuatro repeticiones, el segundo tratamiento (TP2) a una revolución baja con un tiempo de un minuto y medio con cuatro repeticiones, el tercer tratamiento (TP3) a una revolución alta con un tiempo de un minuto con cuatro repeticiones, el cuarto tratamiento (TP4) a una revolución alta con un tiempo de un minuto y medio con cuatro repeticiones.

En cada repetición se usó 500 mL de agua purificada y 150 gramos de la materia a extraer el almidón, con el fin de obtener el mejor rendimiento, en un tiempo determinado para el secado, con un total de 16 muestras en cada materia prima.

3.1.2.2. Determinación de curva de secado

La curva de secado del almidón para el maíz de grano blanco y papa chola se considera desde el ingreso del recipiente al equipo (estufa), los datos se toman cada media hora hasta obtener un peso constante, se ocupan cuatro tratamientos los cuales fueron obtenidos de diferente forma en la extracción considerando una sola repetición.

Tabla 4-3: Curva de secado de almidones por vía húmeda.

N.º	Tiempo (h, min)	Maíz (<i>Zea mays L.</i>) de Grano Blanco				Papa Chola (<i>Solanum tuberosum L.</i>)			
		TM1 (g)	TM2 (g)	TM3 (g)	TM4 (g)	TP1 (g)	TP2 (g)	TP3 (g)	TP4 (g)
	Peso Inicial	650.00	650.00	650.00	650.00	650.00	650.00	650.00	650.00
1	0.00	91.0427	95.3101	99.5717	91.5960	44.4688	37.8720	49.8965	43.9702
2	0.30	87.8400	91.7368	96.4722	88.8841	41.4583	34.6761	46.4019	40.2401

3	1.00	84.6373	88.1634	93.3727	86.1721	38.4478	31.4802	42.9072	36.5099
4	1.30	81.9922	85.2793	91.2166	83.2311	36.0305	29.6244	40.5646	34.0890
5	2.00	79.3470	82.3952	89.0605	80.2901	33.6132	27.7686	38.2220	31.6680
6	2.30	76.1114	78.9992	86.3658	76.8651	31.8435	26.1589	35.5651	29.1650
7	3.00	72.8757	75.6031	83.6710	73.4400	30.0738	24.5492	32.9082	26.6620
8	3.30	69.9499	73.1916	81.0216	70.8753	29.1099	23.7826	31.8882	25.6920
9	4.00	67.0241	70.7801	78.3722	68.3105	28.1460	23.0160	30.8682	24.7219
10	4.30	63.0030	66.1985	73.2287	63.5579	26.9181	22.2399	29.4995	23.4678
11	5.00	58.9818	61.6168	68.0851	58.8052	25.6901	21.4637	28.1308	22.2137
12	5.30	58.2631	60.4253	65.9378	56.9426	25.2801	21.3463	27.7908	21.9266
13	6.00	57.5444	59.2338	63.7905	55.0800	24.8701	21.2288	27.4507	21.6394
14	6.30	56.5207	58.0849	60.5227	53.2995	24.6455	21.1874	26.9979	21.5250
15	7.00	55.4970	56.9360	57.2548	51.5189	24.4208	21.1460	26.5451	21.4106
16	7.30	55.1081	56.5647	56.1821	51.0636	24.2188	21.0003	26.2872	21.2337
17	8.00	54.7191	56.1933	55.1093	50.6082	24.0168	20.8546	26.0293	21.0568
18	8.30	54.1221	55.7625	54.6904	50.2087	23.9954	20.8407	25.9831	21.0357
19	9.00	53.5250	55.3317	54.2716	49.8093	23.9741	20.8267	25.9370	21.0146
20	9.30	52.9280	54.9010	53.8527	49.4098	23.9527	20.8128	25.8908	20.9935
21	10.00	52.3310	54.4702	53.4339	49.0104	23.9314	20.7989	25.8447	20.9724
22	10.30	51.7339	54.0394	53.0150	48.6109	23.9100	20.7849	25.7985	20.9513
23	11.00	51.1369	53.6086	52.5962	48.2115	23.8887	20.7710	25.7524	20.9302
24	11.30	50.5399	53.1778	52.1773	47.8120	23.8673	20.7571	25.7062	20.9091
25	12.00	49.9429	52.7470	51.7585	47.4126	23.8460	20.7431	25.6601	20.8879
26	12.30	49.3458	52.3163	51.3396	47.0131	23.8246	20.7292	25.6139	20.8668
27	13.00	48.7488	51.8855	50.9207	46.6137	23.8033	20.7153	25.5677	20.8457
28	13.30	48.1518	51.4547	50.5019	46.2142	23.7819	20.7013	25.5216	20.8246
29	14.00	47.5547	51.0239	50.0830	45.8148	23.7606	20.6874	25.4754	20.8035
30	14.30	46.9577	50.5931	49.6642	45.4153	23.7392	20.6735	25.4293	20.7824
31	15.00	46.3607	50.1623	49.2453	45.0159	23.7179	20.6595	25.3831	20.7613
32	15.30	45.7636	49.7316	48.8265	44.6164	23.6965	20.6456	25.3370	20.7402
33	16.00	45.1666	49.3008	48.4076	44.2170	23.6752	20.6316	25.2908	20.7191
34	16.30	44.5696	48.8700	47.9888	43.8175	23.6538	20.6177	25.2447	20.6980
35	17.00	43.9725	48.4392	47.5699	43.4181	23.6325	20.6038	25.1985	20.6769
36	17.30	43.3755	48.0084	47.1511	43.0186	23.6111	20.5898	25.1524	20.6558
37	18.00	42.7785	47.5776	46.7322	42.6192	23.5898	20.5759	25.1062	20.6347
38	18.30	42.1814	47.1469	46.3133	42.2197	23.5684	20.5620	25.0600	20.6136
39	19.00	41.5844	46.7161	45.8945	41.8203	23.5471	20.5480	25.0139	20.5924
40	19.30	40.9874	46.2853	45.4756	41.4208	23.5257	20.5341	24.9677	20.5713
41	20.00	40.3904	45.8545	45.0568	41.0214	23.5044	20.5202	24.9216	20.5502
42	20.30	39.7933	45.4237	44.6379	40.6219	23.4830	20.5062	24.8754	20.5291
43	21.00	39.1963	44.9929	44.2191	40.2225	23.4617	20.4923	24.8293	20.5080
44	21.30	38.5993	44.5622	43.8002	39.8230	23.4403	20.4784	24.7831	20.4869
45	22.00	38.0022	44.1314	43.3814	39.4236	23.4190	20.4644	24.7370	20.4658
46	22.30	37.4052	43.7006	42.9625	39.0241	23.3976	20.4505	24.6908	20.4447
47	23.00	36.9603	-	42.8736	39.0032	-	20.4504	24.6906	-
48	23.30	-	-	-	38.9992	-	-	-	-
49	24.00	36.9603	43.7006	42.8736	38.9992	23.3976	20.4504	24.6906	20.4447

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

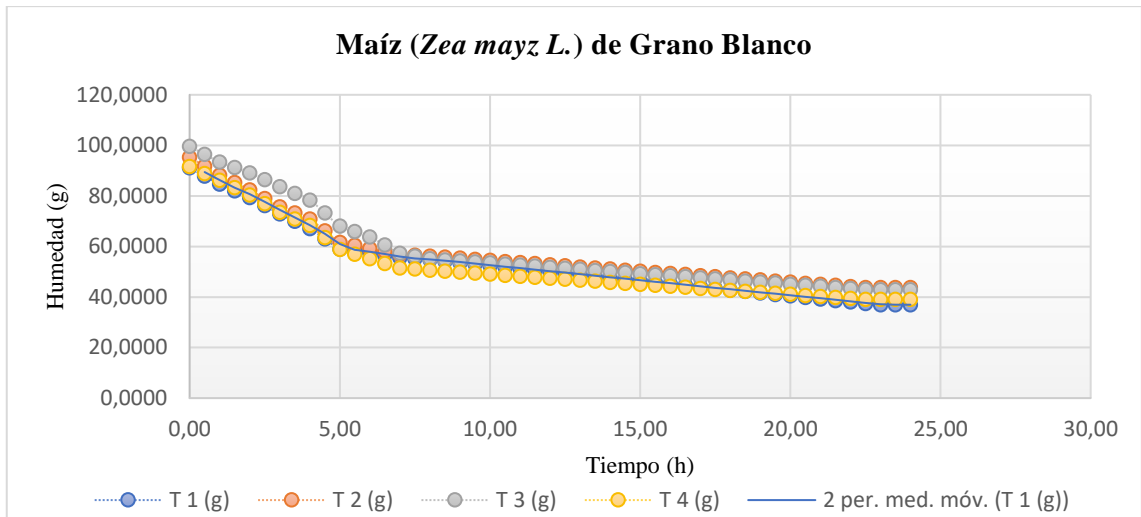


Gráfico 1-3: Curva de secado del almidón de Maíz de Grano Blanco.
Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

Los pesos inicial de cada tratamiento es de 650 g una vez eliminado el exceso sobrenadante, presentan cada tratamiento un peso de ingreso a la estufa de casi 100 g, mismo que va disminuyendo drásticamente en las primeras 5 horas con un descenso lineal, de allí se observó un descenso más lento hasta la obtención de un peso constante, esto se realizó con el fin de conocer que tratamiento alcanzó un peso constante en un menor tiempo, según el Gráfico 1-3 y los valores de la tabla 4-3, se concluye que el tratamiento dos (TM4) alcanzó un peso constante más rápido que el resto de los tratamientos y esto tal vez se debe a la menor cantidad de ingreso a la estufa.

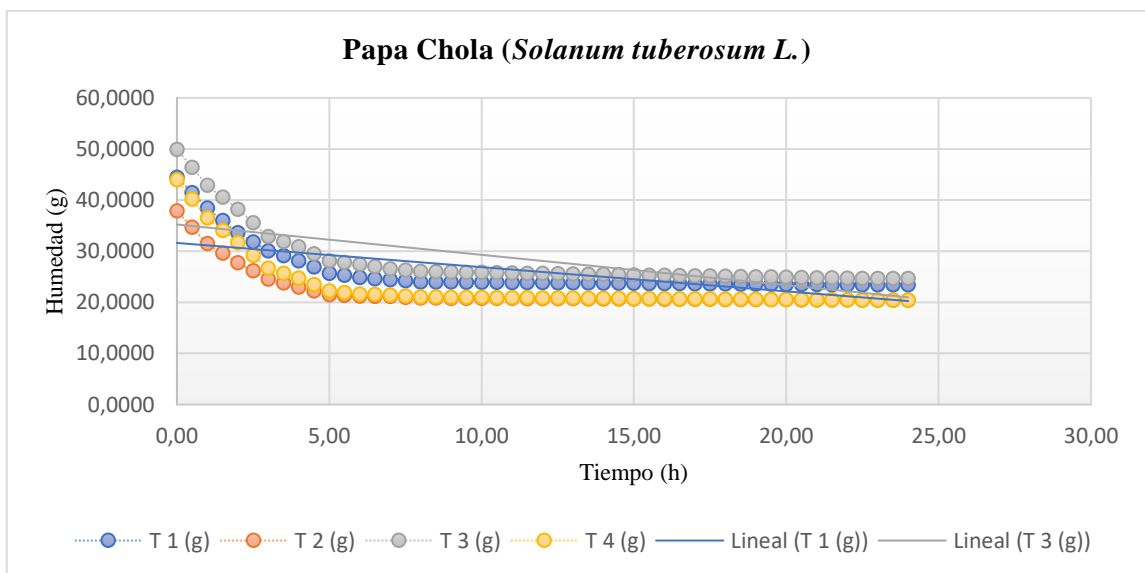


Gráfico 2-3: Curva de secado del almidón de Papa Chola.
Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

Según el Gráfico 2-3, se observó que los tratamientos tienen una descendencia media curva en las primeras 5 horas de los cuales el tratamiento que alcanza un peso constante en menor tiempo es el tratamiento dos (TP2) el cual se reconoce en el gráfico con un color rojo, tal vez esto se debe a que presento menor peso de ingreso permitiera que el tiempo fuera menor.

3.1.3. Datos de Ensayo fisicoquímicos de almidones de maíz, papa y mezcla

Caracterización de la materia prima y el almidón extraído de la materia prima

3.1.3.1. Análisis Sensorial del almidón

En el análisis sensorial del almidón se considera las características de color, olor, sabor y las texturas que presentan.

Tabla 5-3: Análisis Sensorial del almidón.

N.º	PRODUCTO	CARACTERÍSTICAS					
		COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA I	TEXTURA E	
1	Almidón						
	TM3	Maíz de Grano Blanco	Blanco	Característico (Maíz)	sin sabor	seca	suave
	TP2	Papa Chola	Blanco	Característico (Papa)	sin sabor	seca	suave

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

3.1.3.2. Evaluación de solubilidad

Con 2,00 g de almidón tanto del maíz como de la papa se considera de forma organoléptica la solubilidad que esta presenta. Se toma a consideración los niveles de:

Opaca Ligeramente Opaca Levemente Opaca.




Tabla 6-3: Solubilidad en el almidón.

N.º	Almidón				Mezcla (M)	
	Maíz (T _M)		Papa (T _P)			
1	TM1	Opaca	TP1	Levemente opaca	M1	Ligeramente opaca
2	TM2	Opaca	TP2	Levemente opaca	M2	Ligeramente opaca
3	TM3	Ligeramente Opaca	TP3	Levemente opaca	M3	Ligeramente opaca
4	TM4	Opaca	TP4	Ligeramente Opaca	M4	Ligeramente opaca

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

Una vez extraído el almidón, secado y triturado, se obtuvo los tratamientos de almidón de maíz (TM1, TM2, TM3, TM4) y para el almidón de la papa tenemos los siguientes tratamientos (TP1, TP2, TP3, TP4), de estos se mezcló cada tratamiento al 50/50 de almidón (TM y TP) para obtener (M1, M2, M3, M4).

3.1.3.3. Prueba de pH

Se considera la muestra anterior para la medición del pH, que son obtenidos por medio de un peachimetro del cual se arroja valores que se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 7-3: Prueba de pH.

N.º	Almidón				Mezcla (pH)	
	maíz (pH)		papa (pH)			
1	TM1	5.81	TP1	6.52	M1	6.25
2	TM2	5.67	TP2	6.38	M2	6.37
3	TM3	5.36	TP3	6.47	M3	6.26
4	TM4	5.61	TP4	6.28	M4	6.61

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

3.1.3.4. Prueba de residuos por calcinación

Tabla 8-3: Prueba de calcinación.

N.º	Peso del Crisol tarado (g)	Almidón		Peso del Crisol final (g)
		Maíz (g)	Papa (g)	
TM3	43.062	1.003	-	43.063
TP2	34.596	-	1.020	34.597
M1	42.859	0.501	0.540	42.860
M2	35.157	0.504	0.537	35.160
M3	36.807	0.505	0.499	36.808
M4	31.898	0.505	0.505	31.899

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

Para la prueba de calcinación se consideró el mejor tratamiento de almidón para el maíz el cual es TM3 y para la papa TP2 mientras que para el resto de las mezclas se consideró todas las mezclas de cada tratamiento (M1, M2, M3, M4).

3.1.3.5. Temperatura de gelatinización

Para tomar la temperatura de gelatinización se considera un termómetro el cual se agrega en el recipiente que está a baño maría (esta se encuentra en ebullición), se ingresa el termómetro en la muestra, hasta observar una consistencia un poco gelatinosa y se anota los respectivos valores, el tiempo para que se llegue a la temperatura de gelatinización puede variar, dada la concentración del almidón, o en el caso de que el baño maría disminuya su punto de ebullición.

Tabla 9-3: Temperatura de gelatinización.

N.º	Almidón				Mezcla °C	
	Maíz (°C)		Papa (°C)			
0	TM3	69.50	TP2	59.00	TJ	63.20
1	TM1	69.00	TP1	57.90	M1	59.40
2	TM2	68.50	TP2	59.00	M2	64.60
3	TM3	69.50	TP3	61.50	M3	64.00
4	TM4	68.20	TP4	58.70	M4	61.50

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

Para la toma de datos de la temperatura de ebullición se usó los cuatro tratamientos de las dos materias primas (TM1, TM2, TM3, TM4) y (TP1, TP2, TP2, TP2) y así sucesivamente su mezcla (M1, M2, M3, M4) con la adición de una prueba más del mejor tratamiento de cada materia (TM3 y TP2) para formar así la mezcla 50/50 de TJ de la cual posteriormente se realizarán nuevos análisis.

3.1.3.6. Prueba de viscosidad de brookfield

En la determinación de la viscosidad por medio del equipo viscosímetro de Brookfield se procede a pesar inicialmente 25 g de muestra tanto de cada almidón y luego la mezcla de este por tres repeticiones. El tiempo inicial hasta que alcance el punto de ebullición es de 30 minutos, posteriormente se lo deja en ebullición por 15 minutos más para así poder medir en el equipo cuando este esté frío.

Tabla 10-3: Datos de la prueba de viscosidad de brookfield.

Pesos	Almidones		Tiempo
	Mezcla (g)		(min, s)
0	TM3	25.0011	32.36
0	TP2	25.0206	30.00
1	TJ1	25.0152	47.10
2	TJ2	25.0012	47.29
3	TJ3	25.0013	47.26

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

Se realizó la viscosidad de los mejores tratamientos tanto del maíz (TM3) como de la papa (TP2) y para la mezcla (50/50) de los almidones (maíz y papa) se realizó tres repeticiones (TJ1, TJ2, TJ3).

Según se observó en la toma de datos, al colocarla en el reverbero hasta ebullición la muestra de almidón por 30 minutos, se deja secar al ambiente y lleva al viscosímetro.

3.1.3.7. Determinar la densidad aparente

Para la toma de datos en la determinación de la densidad aparente se considera el mejor tratamiento de almidón de maíz como el TM3, así como también para el almidón de la papa como TP2 y de la mezcla TJ de los mejores tratamientos.

Tabla 11-3: Pesos de los almidones (Maíz, papa Chola y mezcla).

Pesos		P0	M1	M2	M3	M4
Almidones	TM3 (g)	27.5641	77.5365	59.9678	60.2448	77.5524
	TJ (g)	28.0741	78.0465	60.4778	60.7548	78.0624
	TP2 (g)	29.1127	79.0851	61.5164	61.7934	79.1010

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

3.1.3.8. Índice de absorción de agua

En los datos del índice de absorción de agua se considera solo el mejor tratamiento TJ con cuatro repeticiones TJ1, TJ2, TJ3, TJ4.

Tabla 12-3: Índice de absorción de agua.

Repetición 1		Repetición 2		Repetición 3		Repetición 4	
Peso de los tubos vacíos sin tapa (g) m1							
10.3469		10.3328		10.3041		10.3475	
Peso de los tubos vacíos con tapa (g) m2							
12.8837		13.3364		13.3235		12.951	
Peso del Almidón añadido a los tubos (g)							
TJ1	1.2536	TJ2	1.256	TJ3	1.2727	TJ4	1.284
peso de los tubos con almidón y tapa (g)							
14.1458		14.5975		14.6052		14.2359	
Peso de los tubos con tapa más almidón + agua (g)							
44.245		44.235		44.194		44.204	
Cantidad de agua retirada (mL)							
25		24.5		22.5		24.5	
Peso de los tubos con el almidón (g) m3							
18.7151		20.141		20.4539		19.8628	

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

3.1.3.9. Prueba de humedad

Tabla 13-3: Prueba de humedad.

Almidones	Peso (g)	% Humedad
TM3	1.0020	8.492
TP2	1.0110	10.584
TJ1	1.0100	10.396
TJ2	1.0000	10.300
TJ3	1.0260	10.264
TJ4	1.0310	10.583

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

La prueba es tomada a una temperatura de 120 °C, con ayuda del equipo de la termobalanza. Las muestras usadas son el almidón de maíz TM3 y el almidón de papa TP2, después de considero la unión de estos en una mezcla de 50/50 con la repetición de cuatro veces (TJ1, TJ2, TJ2, TJ4).

3.1.4. Datos para las pruebas en la elaboración del biofilm

3.1.4.1. Análisis Sensorial

Tabla 14-3: Análisis Sensorial del biofilm.

N.º	PRODUCTO	CARACTERÍSTICAS				
		COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA I	TEXTURA E
1	Biofilm Mezcla 50/50					
	Maíz de Grano Blanco Papa Chola	Crema	Domina el olor a la papa	Ligeramente dulce	suave	ligera

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

3.1.4.2. Concentración preliminar en la elaboración del biofilm

Tabla 15-3: Concentración preliminar en la elaboración del biofilm.

N.º	Almidón (g)	Ácido Acético (mL)	Agua Destilada (mL)	Moldeo Facilidad	Forma Biofilm	Lucidez	Estabilidad
1	1	4	35	Si	Si	Transparencia	Si
2	1.5			Si	Si	Transparencia	Si
3	2			Si	Si	Opaco	No
4	2.5			Si	Si	Opaco	No

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

Los datos tomados en la elaboración del biofilm, son solo de la concentración preliminar a la cual se toma en consideración 1, 1,5, 2, 2,5 gramos respectivamente, con la mezcla al 50/50 de almidones tanto del maíz como de la papa, con la variable constante de ácido acético.

3.1.4.3. Obtención del biofilm de la mezcla de almidones

En la obtención del biofilm al realizar la mezcla se consideró un 50% de almidón Maíz de grano Blanco y 50% de almidón de papa chola, con diferente concentración y diferente plastificante, el secado se realizó al ambiente, se lo considera apto cuando este está completamente seco, y no se adhiere a ninguna otra superficie, siendo así que esta solo la cubre y no se pega, considerándola solo una capa o biofilm, para la formulación y elaboración del biofilm se usó solo el almidón de maíz TM3 y el almidón de papa TP2.

- Datos preliminares para la obtención del biofilm

Tabla 16-3: Datos preliminares para la obtención del biofilm.

N.º	Almidón 50/50		Glicerina (ml)	H2O (ml)	Ácido acético (ml)	Peso del método casting		Peso del biofilm seco		Biofilm estable		
	Maíz (g)	Papa (g)				X (g)	Y (g)	X (g)	Y (g)	X (g)	Y (g)	
1	F1 1 g	0.5	0.5	0.5	35	4	10	11	0.83	0.75	Si	Si
2		0.5	0.5	1			11	10	1.07	1.1	frágil	frágil
3		0.5	0.5	1.5			10	11	1.27	0.81	frágil y quebradizo	frágil y quebradizo
4		0.5	0.5	2			12	10	1.18	1.10	frágil y quebradizo	frágil y quebradizo
5	B2 1.5 g	0.75	0.75	0.5			12	10	0.63	0.99	Si	Si
6		0.75	0.75	1			9	13	1.10	1.53	Si	Si
7		0.75	0.75	1.5			10	12	1.73	1.48	quebradizo	quebradizo
8		0.75	0.75	2			11	11	1.95	2.11	quebradizo	quebradizo
9	B3 2 g	1	1	0.5			13	11	1.24	1.21	Si	Si
10		1	1	1			12	10	1.55	1.73	quebradizo	quebradizo
11		1	1	1.5			10	13	1.48	1.94	quebradizo	quebradizo
12		1	1	2			12	11	2.18	2.22	quebradizo	quebradizo
13	B4 2.5 g	1.25	1.25	0.5			15	16	1.25	1.24	Si	Si
14		1.25	1.25	1			13	18	1.75	1.38	quebradizo	quebradizo
15		1.25	1.25	1.5			14	17	1.99	1.31	quebradizo	quebradizo
16		1.25	1.25	2			15	16	1.99	2.10	quebradizo	quebradizo

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

• Datos de la obtención del biofilm

Tabla 17-3: Obtención del biofilm de la mezcla de almidones.

N°	Producto	Formulación	Variable	Repetición	Elaboración		SECADO				Área (cm ²)	Volumen (mL)	PESO (g)		PESO / ÁREA	Espesor (mm)	Moldeo	Forma Película	Transparencia	Estabilidad
					T (°C)	Tiempo (min)	Lugar	Método	T (°C)	Tiempo (h)			R	Promedio						
1	Almidón mezcla de Maíz de grano blanco y papa chola 50/50	T1	CA1 : CP0.5	R1	65	35	Lab. Inv.	Ambiente	21	84	72,38	40,5	0,83	0,78	0,01147	0,1	SI	SI	Ligeramente Opaco	SI
				R2	65	35	Lab. Inv.	Ambiente	21	84	72,38	40,5	0,67		0,00926	0,1	SI	SI	Ligeramente Opaco	SI
				R3	65	35	Lab. Inv.	Ambiente	21	84	72,38	40,5	0,75		0,01036	0,1	SI	SI	Ligeramente Opaco	SI
				R4	65	35	Lab. Inv.	Ambiente	21	84	72,38	40,5	0,86		0,01188	0,1	SI	SI	Ligeramente Opaco	SI
		T2	CA1 : CP1	R1	65	35	Lab. Inv.	Ambiente	21	84	72,38	41	1,07	0,92	0,01478	0,1	SI	SI	Ligeramente Opaco	NO
				R2	65	35	Lab. Inv.	Ambiente	21	84	72,38	41	1,1		0,0152	0,1	SI	SI	Ligeramente Opaco	SI
				R3	65	35	Lab. Inv.	Ambiente	21	84	72,38	41	0,75		0,01036	0,1	SI	SI	Ligeramente Opaco	NO
				R4	65	35	Lab. Inv.	Ambiente	21	84	72,38	41	0,74		0,01022	0,1	SI	SI	Ligeramente Opaco	NO
		T3	CA1.5 : CP0.5	R1	65	35	Lab. Inv.	Ambiente	21	84	72,38	41,5	0,63	0,87	0,0087	0,1	SI	SI	Ligeramente Opaco	SI
				R2	65	35	Lab. Inv.	Ambiente	21	84	72,38	41,5	0,86		0,01188	0,1	SI	SI	Ligeramente Opaco	SI
				R3	65	35	Lab. Inv.	Ambiente	21	84	72,38	41,5	1,01		0,01395	0,1	SI	SI	Ligeramente Opaco	SI
				R4	65	35	Lab. Inv.	Ambiente	21	84	72,38	41,5	0,99		0,01368	0,1	SI	SI	Ligeramente Opaco	SI
		T4	CA1.5 : CP1	R1	65	35	Lab. Inv.	Ambiente	21	84	72,38	42	1,1	1,32	0,0152	0,1	SI	SI	Ligeramente Opaco	SI
				R2	65	35	Lab. Inv.	Ambiente	21	84	72,38	42	1,53		0,02114	0,1	SI	SI	Ligeramente Opaco	SI
				R3	65	35	Lab. Inv.	Ambiente	21	84	72,38	42	1,36		0,01879	0,1	SI	SI	Ligeramente Opaco	SI
				R4	65	35	Lab. Inv.	Ambiente	21	84	72,38	42	1,27		0,01755	0,1	SI	SI	Ligeramente Opaco	SI

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

En la obtención del biofilm se consideró la ecuación 1-2, la misma que dicta el diseño experimental para la concentración de almidón de: 1 g, 1.5 g, de la cual se trabaja con plastificante de: 0.5, 1 mL, con una cantidad constante de agua y ácido acético, de la cual una vez secos se observó si estos muestran estabilidad, siendo efectivos.

Si se varia la formulación se observaran de unos de forma frágil y quebradiza, duros y tiesos o blandos y quebradizos a los cuales se descarta ya que no son adecuados para el recubrimiento en alimentos.

3.1.4.4. Determinar la humedad del biofilm

Tabla 18-3: Determinar la humedad del biofilm.

N.º		Peso del papel Filtro (g)	Biofilm (g)	Total, Inicial (g)	Total, Final (g)
T1	R1	0.1651	0.0591	0.2242	0.2049
	R2	0.1676	0.1343	0.3019	0.2964
	R3	0.1636	0.132	0.2956	0.2482
T2	R1	0.1643	0.1387	0.303	0.2687
	R2	0.1678	0.1398	0.3076	0.2577
	R3	0.1687	0.157	0.3257	0.2757
T3	R1	0.1609	0.1946	0.3555	0.3171
	R2	0.1645	0.1821	0.3466	0.3193
	R3	0.1678	0.1606	0.3284	0.2928
T4	R1	0.1692	0.2466	0.4158	0.3798
	R2	0.1652	0.3537	0.5189	0.3259
	R3	0.1757	0.203	0.3787	0.3437

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

3.1.4.5. Solubilidad en el agua

Tabla 19-3: Solubilidad en el agua.

N.º		Peso biofilm + papel filtro (g)	t agitador (h)	Peso papel Filtro (g)	papel + biofilm mojado	primer secado	secado final 24 (h)	solo el biofilm seco
T1	R1	0.2049	1 h	0.1651	0.5750	0.1948	0.1952	0.0874
	R2	0.2564		0.1676	0.5580	0.2246	0.2156	0.0541
	R3	0.2282		0.1636	0.3871	0.1923	0.1893	0.0319
T2	R1	0.2687		0.1643	0.4723	0.2421	0.2349	0.0767
	R2	0.2577		0.1678	0.6150	0.2327	0.2260	0.0647
	R3	0.2757		0.1687	0.7648	0.2794	0.2703	0.1067
T3	R1	0.3171		0.1609	0.5788	0.2402	0.2330	0.0758
	R2	0.3193		0.1645	0.6573	0.2876	0.2783	0.1196
	R3	0.2928		0.1678	0.7887	0.3375	0.2232	0.1603
T4	R1	0.3798		0.1692	0.5544	0.2602	0.2525	0.0885
	R2	0.3259		0.1652	0.7157	0.2972	0.2862	0.2862
	R3	0.3437		0.1757	0.6692	0.3068	0.2965	0.1271

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

3.1.4.6. Grado de transmisión de vapor de agua

Cada biofilm representa un corte de 3x3 cm dando un área de 9 cm² en cada tratamiento y repetición, su tiempo de peso fue de cada hora en un tiempo de 8 horas.

Tabla 20-3: Datos para determinar el grado de transmisión de vapor de agua.

N.º	Tratamiento 1 T1			Tratamiento 2 T2			Tratamiento 3 T3			Tratamiento 4 T4		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
	pesos de dimensiones 3 x 3 en los biofilm (g)											
	0.1222	0.0804	0.0770	0.1411	0.1350	0.1627	0.1253	0.1159	0.1265	0.1604	0.1315	0.1667
	pesos de los tubos de ensayos vacíos (g)											
	19.3910	19.4395	19.6207	19.3858	19.4035	19.2265	18.9188	19.4694	19.5075	19.5244	19.6117	19.7334
	pesos de los tubos de ensayos más la sílica (g)											
	34.1187	34.3042	34.3573	34.1831	33.6273	33.5445	33.8432	34.1127	34.4475	33.7311	33.4201	35.0781
	pesos de los tubos de ensayos más la sílica + la cinta adhesiva(g)											
0	34.4623	34.5588	34.5495	34.4376	33.9072	33.8455	34.1247	34.3519	34.7581	34.0496	33.6889	35.3771
1	34.4746	34.5687	34.5659	34.4503	33.9215	33.8593	34.1348	34.3611	34.7642	34.0560	33.6960	35.3829
2	34.4793	34.5723	34.5703	34.4558	33.9270	33.8652	34.1384	34.3642	34.7673	34.0579	33.6998	35.3834
3	34.4873	34.3678	34.5802	34.4651	33.9339	33.8707	34.1423	34.5790	34.7698	34.0599	33.7030	35.3856
4	34.4919	34.4768	34.5863	34.4719	33.9414	33.8764	34.1470	34.4773	34.7728	34.0623	33.7060	35.3870
5	34.4966	34.5859	34.5925	34.4788	33.9489	33.8822	34.1518	34.3757	34.7758	34.0648	33.7091	35.3885
6	34.5013	34.5903	34.5975	34.4854	33.9542	33.8877	34.1578	34.3793	34.7792	34.0670	33.7116	35.3910
7	34.5061	34.5948	34.6025	34.4921	33.9596	33.8933	34.1638	34.3830	34.7827	34.0692	33.7142	35.3935
8	34.5121	34.5994	34.6087	34.5011	33.9662	33.8985	34.1684	34.3889	34.7862	34.0717	33.7185	35.3948

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

3.1.4.7. Determinación de propiedades de tracción del biofilm

Tabla 21-3: Determinación propiedades de tracción del biofilm.

N.º	Producto	Tratamiento	Característica	Espesor (mm)	Anchura (mm)	Longitud inicial (mm)	Sección transversal (mm ²)
1	Biofilm de Almidón mezcla de Maíz de grano blanco (TM3) y papa chola (TP2) al 50/50	T1	Transparente	0.09	6.90	25.00	0.62
		T2	Transparente	0.08	6.83	25.00	0.55
		T3	Transparente	0.07	6.59	25.00	0.46
		T4	Transparente	0.09	6.63	25.00	0.60

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

3.1.4.8. Biofilm mezcla de almidones a diferentes porcentajes

Para la variación de concentraciones se establecieron ciertos porcentajes de concentración omitiendo el porcentaje de 50/50 dado que fue el pionero en la elaboración del biofilm para los tratamientos como los siguientes:

Tabla 22-3: Porcentaje a mezclar en las formulaciones.

N.º	PORCENTAJES (%)	
	Maíz	Papa
P9.1	90	10
P7.3	70	30
P5.5	----50----	----50----
P3.7	30	70
P1.9	10	90

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

Tabla 23-3: Formulación de mezcla de almidones a diferentes porcentajes.

N.º	%	Almidones		Glicerina (mL)	Peso del biofilm seco (g)	Estabilidad	
		Maíz (g)	Papa (g)				
1	T1	P9.1	0.9	0.1	0.5	1.63	Si
2		P7.3	0.7	0.3		1.68	Si
3		P5.5	0.3	0.7		1.67	Si
4		P3.7	0.1	0.9		1.55	Si
5	T2	P9.1	0.9	0.1	1	1.66	No
6		P7.3	0.7	0.3		1.71	No
7		P5.5	0.3	0.7		1.53	No
8		P3.7	0.1	0.9		1.62	Si
9	T3	P9.1	1.35	0.15	0.5	2.9	No
10		P7.3	1.05	0.45		2.73	No
11		P5.5	0.45	1.05		2.61	No
12		P3.7	0.15	1.35		2.53	Si
13	T4	P9.1	1.35	0.15	1	2.9	No
14		P7.3	1.05	0.45		2.73	No
15		P5.5	0.45	1.05		2.61	No
14		P3.7	0.15	1.35		2.53	Si

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

3.2. Cálculos

3.2.1. Cálculo del rendimiento del almidón

3.2.1.1. Rendimiento de la extracción del almidón

Los tratamientos son cuatro, de los cuales se realizaron repeticiones a cada tratamiento cuatro veces, con una misma cantidad de materia prima y una misma cantidad de volumen de agua.

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{Almidón Obtenido (g)}}{\text{Materia prima que ingresa (g)}} * 100$$

Ecuación 1-3: Rendimiento del almidón

$$\text{Promedio } T = \frac{\sum \text{Repeticiones}}{N^{\circ} \text{ de repeticiones}}$$

Ecuación 2-3: Promedio del rendimiento

Maíz de Grano Blanco

$$\% \text{ Rendimiento } T_{M1}R1 = \frac{32.4747}{150} * 100$$

$$\% \text{ Rendimiento } T_{M1}R1 = 21.650$$

$$\text{Promedio } T_{M1} = \frac{21.650 + 24.004 + 22.569 + 22.994}{4}$$

$$\text{Promedio } T_{M1} = 22.804$$

Papa Chola

$$\% \text{ Rendimiento } T_{P1}R1 = \frac{14.8922}{150} * 100$$

$$\% \text{ Rendimiento } T_{P1}R1 = 9.928$$

$$\text{Promedio } T_{P1} = \frac{9.928 + 10.047 + 10.412 + 9.833}{4}$$

$$\text{Promedio } T_{P1} = 10.055$$

3.2.1.2. Prueba de residuos por calcinación

$$\text{Peso Cenizas} = \text{Peso Crisol final} - \text{Peso Crisol tarado}$$

Ecuación 3-3: Peso Cenizas

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{Peso Cenizas (g)}}{\text{Peso inicial (g)}} * 100$$

Ecuación 2-2: Porcentaje de cenizas

Maíz de Grano Blanco

$$\text{Peso Cenizas } T_{M3} = 43.063 - 43.062$$

$$\text{Peso Cenizas } T_{M3} = 0.001$$

$$\% \text{ Cenizas } T_{M3} = \frac{0.001}{1.003} * 100$$

$$\% \text{ Cenizas } T_{M3} = 0.099$$

Papa Chola

$$\text{Peso Cenizas } T_{P3} = 34.597 - 34.596$$

$$\text{Peso Cenizas } T_{P3} = 0.001$$

$$\% \text{ Cenizas } T_{P3} = \frac{0.001}{1.020} * 100$$

$$\% \text{ Cenizas } T_{P3} = 0.098$$

Mezcla de Almidones

$$\text{Peso Cenizas M1} = 42.860 - 42.859$$

$$\text{Peso Cenizas M1} = 0.001$$

$$\% \text{ Cenizas M1} = \frac{0.001}{0.501 + 0.540} \times 100$$

$$\% \text{ Cenizas M1} = 0.096$$

3.2.1.3. Determinar la densidad aparente

$$m_{\text{Almidón}} = m_3 - m_2$$

Ecuación 3-2: Masa de almidón

$$V_{\text{Almidón}} = \frac{m_{\text{Almidón}} - (m_4 - m_1)}{\rho_{H_2O}}$$

Ecuación 4-2: Volumen de almidón

$$\rho_{\text{Almidón}} = \frac{m_{\text{Almidón}}}{V_{\text{Almidón}}}$$

Ecuación 5-2: Densidad del almidón

Almidón Maíz de Grano Blanco

$$m_{T_{M3}} = 60.2448 \text{ g} - 59.9678 \text{ g}$$

$$m_{T_{AM3}} = 0.277 \text{ g}$$

$$V_{T_{M3}} = \frac{0.277 \text{ g} - (77.5524 \text{ g} - 77.5365 \text{ g})}{1 \frac{\text{g}}{\text{ml}}}$$

$$V_{T_{M3}} = 0.2611 \text{ ml}$$

$$\rho_{T_{M3}} = \frac{0.277 \text{ g}}{0.2611 \text{ ml}}$$

$$\rho_{T_{M3}} = 1.0608 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

Almidón Papa chola

$$m_{T_{P2}} = 61.7914 \text{ g} - 61.5164 \text{ g}$$

$$m_{T_{P2}} = 0.2750 \text{ g}$$

$$V_{T_{P2}} = \frac{0.2750 \text{ g} - (79.1810 \text{ g} - 79.0851 \text{ g})}{1 \frac{\text{g}}{\text{ml}}}$$

$$V_{T_{P2}} = 0.1801 \text{ ml}$$

$$\rho_{T_{P2}} = \frac{0.2750 \text{ g}}{0.1801 \text{ ml}}$$

$$\rho_{T_{P2}} = 1.5269 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

Mezcla de Almidones

$$m_{T_j} = 60.7548 \text{ g} - 60.4787 \text{ g}$$

$$m_{T_j} = 0.2761 \text{ g}$$

$$V_{T_j} = \frac{0.2761 \text{ g} - (78.1495 \text{ g} - 78.0465 \text{ g})}{1 \frac{\text{g}}{\text{ml}}}$$

$$V_{T_j} = 0.1731 \text{ ml}$$

$$\rho_{T_j} = \frac{0.2761 \text{ g}}{0.1731 \text{ ml}}$$

$$\rho_{T_j} = 1.595 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

3.2.1.4. Índice de absorción de agua

$$m_{\text{Peso del gel}} = m_3 - m_2$$

Ecuación 6-2: Peso del gel

$$m_{\text{índice de absorción de agua (IAA)}} = \frac{\text{Peso del gel (g)}}{\text{Peso muestra (g)}}$$

Ecuación 7-2: Índice de absorción del agua

$$\text{Promedio R} = \frac{\sum \text{Repeticiones}}{N^{\circ} \text{ de repeticiones}}$$

Ecuación 2-3: Promedio del rendimiento

$$m_{\text{Peso del gel}} = 18.7151 \text{ g} - 1.2536 \text{ g}$$

$$m_{\text{Peso del gel}} = 5.8314 \text{ g}$$

$$m_{(IAA)R1 T_{J1}} = \frac{5.8314 \text{ g}}{1.2536 \text{ g}}$$

$$m_{(IAA)R1 T_{J1}} = 4.6517 \text{ g}$$

$$\text{Promedio R} = \frac{4.6517 + 5.4160 + 5.6025 + 5.3830}{4}$$

$$\text{Promedio R} = 5.2633$$

3.2.2. Cálculos al biofilm de la mezcla del almidón

3.2.2.1. Humedad en el biofilm

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso Total inicial (g)} - \text{Peso Total final (g)}}{\text{Peso Total inicial (g)}} \times 100$$

Ecuación 8-2: Porcentaje de humedad

$$\text{Promedio T} = \frac{\sum \text{Repeticiones}}{N^{\circ} \text{ de repeticiones}}$$

Ecuación 2-3: Promedio del rendimiento

$$\% \text{ Humedad } T_{1R1} = \frac{0.2242 - 0.2049}{0.2242} \times 100$$

$$\% \text{ Humedad } T_{1R1} = 8.60$$

$$\text{Promedio T1} = \frac{8.60 + 1.82 + 16.03}{3}$$

$$\text{Promedio T1} = 8.81$$

3.2.2.2. Solubilidad en el agua

$$\% \text{ Solubilidad} = \frac{(\text{Peso biofilm} + \text{papel filtro}) - \text{Secado final}}{(\text{Peso biofilm} + \text{papel filtro})} \times 100$$

Ecuación 9-2: Porcentaje de solubilidad

$$\text{Promedio } T = \frac{\sum \text{Repeticiones}}{N^{\circ} \text{ de repeticiones}}$$

Ecuación 2-3: Promedio del rendimiento

$$\% \text{ Solubilidad } T1_{R1} = \frac{0.2049 - 0.1952}{0.2049} \times 100$$

$$\% \text{ Solubilidad } T1_{R1} = 4.73$$

$$\text{Promedio } T1 = \frac{4.73 + 15.91 + 17.05}{3}$$

$$\text{Promedio } T1 = 12.57$$

3.2.2.3. Grado de transmisión de vapor de agua

$$TVA_{\varepsilon} = \frac{\Delta m}{t \times A} \times \varepsilon$$

Ecuación 10-2: Grado de transmisión de vapor

$$TVA_{\varepsilon} = \text{TV A específico} \frac{mm \ g}{m^2 h}$$

$$\text{Promedio } T = \frac{\sum \text{Repeticiones}}{N^{\circ} \text{ de repeticiones}}$$

Ecuación 2-3: Promedio del rendimiento

Biofilm

$$TVA_{\varepsilon} T1_{R1} = \frac{(34.5121 - 34.4623)g}{8h \times 0.0009m^2} \times 0.09mm$$

$$TVA_{\varepsilon} T1_{R1} = 0.6225 \frac{mm \ g}{m^2 h}$$

$$\text{Promedio } T1 = \frac{1.97}{3}$$

$$\text{Promedio } T1 = 0.656$$

3.3. Resultados

3.3.1. Resultados de la extracción del almidón

3.3.1.1. Extracción del almidón

Tabla 24-3: Extracción del almidón.

N.º		Maíz de Grano Blanco		N.º		Papa Chola	
Repetición		Rendimiento (%)	Promedio	Repetición		Rendimiento (%)	Promedio
TM1	1	21.650	22.804	TP1	1	9.928	10.055
	2	24.004			2	10.047	
	3	22.569			3	10.412	
	4	22.994			4	9.833	
TM2	1	22.030	21.903	TP2	1	14.807	14.908
	2	22.301			2	16.120	
	3	20.959			3	14.233	
	4	22.321			4	14.472	
TM3	1	22.942	23.705	TP3	1	13.111	12.794
	2	23.582			2	14.365	
	3	24.176			3	11.877	
	4	24.119			4	11.824	
TM4	1	20.773	21.464	TP4	1	12.033	12.337
	2	20.885			2	9.846	
	3	22.864			3	13.461	
	4	21.335			4	14.008	

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

De cada tratamiento del cual se extrajo el almidón, tanto del maíz como de la papa, se saca un rendimiento y posteriormente un promedio, del cual se determinó los mejores tratamientos para la extracción de almidón tanto para el maíz de grano blanco como para la papa.

El rendimiento del proceso de extracción de almidón para el maíz y papa es determinado a través de lo descrito por (García, 2012, p. 15), el cual considera la eficiencia en la extracción a partir del contenido total del mismo en el vegetal.

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{Almidón Obtenido (g)}}{\text{Materia prima que ingresa (g)}} * 100$$

Ecuación 1-3: Rendimiento del almidón

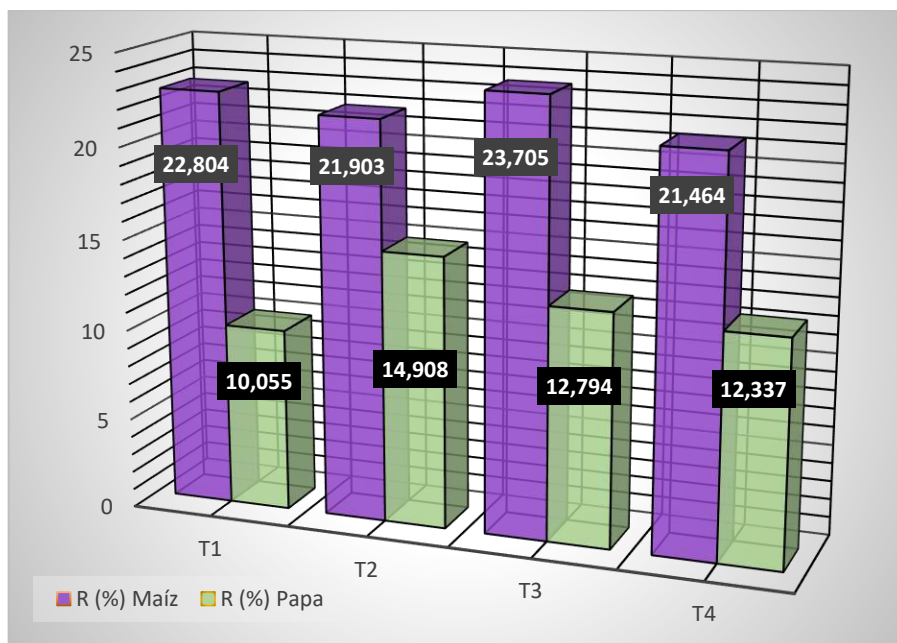


Gráfico 3-3: Rendimiento (%) del Maíz y Papa por Tratamiento.
Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

3.3.1.2. Análisis de la extracción de almidón para el Maíz y Papa

- Análisis de varianza para el Maíz de Grano Blanco

Tabla 25-3: Análisis de varianza para el Maíz.

ORIGEN DE LAS VARIACIONES	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	PROMEDIO DE LOS CUADRADOS	F	PROBABILIDAD	VALOR CRÍTICO PARA F
FILAS	2.060023514	3	0.6866745	1.060662	0.41282286	3.86255
COLUMNAS	11.87630074	3	3.95876691	6.114853	0.01487922	3.86255
ERROR	5.826615974	9	0.64740177			
TOTAL	19.76294023	15				

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

Ho = Todos los tratamientos de maíz son iguales. $P > 0.05$ Se acepta la Ho

Ha = Al menos un tratamiento de maíz es diferente. $P < 0.05$ Se rechaza la Ho y se acepta la Ha

Según la Tabla 25-3 del análisis de varianza para el maíz indica que la probabilidad de interacción debe ser mayor a 0.05 para aceptar la hipótesis nula (Ho) y dado que 0.014 es menor a 0.05 se acepta la hipótesis alterna, esto muestra que al menos un tratamiento es estadísticamente diferente, es por ello por lo que se prosigue a realizar un análisis de prueba Tukey para encontrar la existencia de diferencia entre tratamientos.

Tabla 26-3: Análisis Tukey del Maíz.

TABLA TUKEY	4.2
ERROR	0.647401775
N.º	4
HSD	1.689686902

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

Tabla 27-3: Comparación entre tratamientos del Maíz.

R (%) Maíz	T1	T2	T3	T4
T1		0.901	0.900	1.340
T2			1.802	0.438
T3				1.240
T4				

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

La Tabla 26-3 mostró mediante la prueba Tukey el tratamiento que presenta diferencia significativa, debido a que el HSD (Diferencia honesta significativa) tiene un valor de 1.68 siendo el tratamiento 3 mayor con un valor de 1.8.

- Análisis de varianza para la Papa Chola

Tabla 28-3: Análisis de varianza para la Papa Chola.

ORIGEN DE LAS VARIACIONES	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	PROMEDIO DE LOS CUADRADOS	F	PROBABILIDAD	VALOR CRÍTICO PARA F
FILAS	0,035249	3	0,01174971	0,006225213	0,999271867	3,862548358
COLUMNAS	47,55577	3	15,8519228	8,398639195	0,00563887	3,862548358
ERROR	16,98695	3	1,88743943			
TOTAL	64,57797	15				

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

Ho = Todos los tratamientos de papa son iguales. $P > 0.05$ Se acepta la Ho

Ha = Al menos un tratamiento de papa es diferente. $P < 0.05$ Se rechaza la Ho y se acepta la Ha

Según la Tabla 28-3 del análisis de varianza para la papa indica que la probabilidad de interacción debe ser mayor a 0.05 para aceptar la hipótesis nula (Ho) y dado que 0.0056 es menor a 0.05 se acepta la hipótesis alterna, esto muestra que al menos un tratamiento es estadísticamente diferente, es por lo que se prosigue a realizar un análisis de prueba Tukey para encontrar la existencia de diferencia entre tratamientos.

Tabla 29-3: Análisis Tukey de la Papa.

TABLA TUKEY	4,2
ERROR	1,88743943
N.º	4
HSD	2,88506636

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

Tabla 30-3: Comparación entre tratamientos del Maíz.

R (%) Maíz	T1	T2	T3	T4
T1		4,853	2,739	2,282
T2			2,114	2,571
T3				0,458
T4				

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

Según la Tabla 29-3 mostró mediante la prueba Tukey el tratamiento que presenta diferencia significativa, debido a que el HSD (Diferencia honesta significativa) tiene un valor de 2.88 siendo el tratamiento 2 mayor con un valor de 4.853.

- Análisis de varianza para el rendimiento entre almidones

El análisis estadístico ANOVA, presenta el análisis de varianza de un solo factor en la mezcla de extracciones de almidón (Maíz de Grano Blanco y Papa Chola) de su rendimiento.

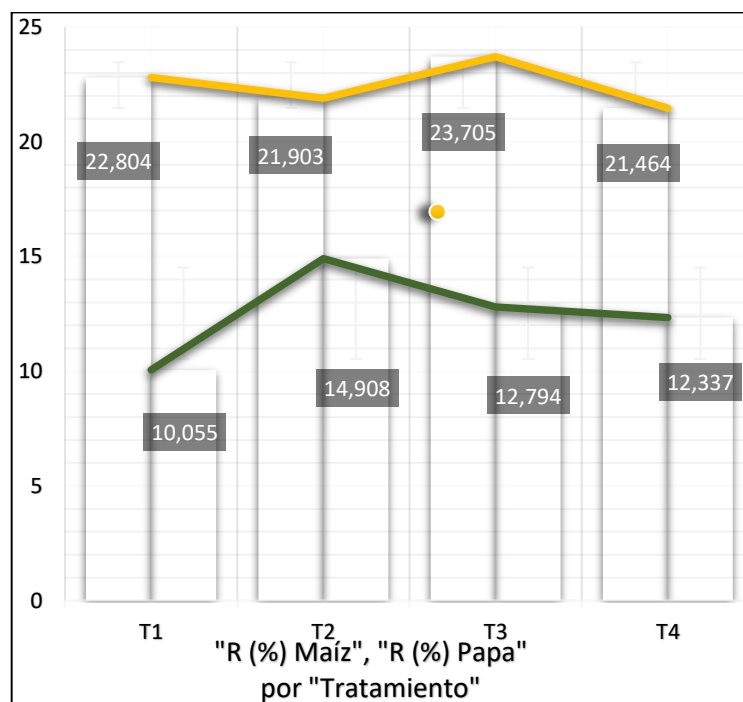


Gráfico 4-3: Comparación entre rendimientos.

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

Tabla 31-3: Resumen de rendimientos.

GRUPOS	CUENTA	SUMA	PROMEDIO	VARIANZA
R (%) MAÍZ	4	89,876	22,469	0,99010067
R (%) PAPA	4	50,094	12,5235	3,96242833

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

Tabla 32-3: Análisis de varianza de los rendimientos.

ORIGEN DE LAS VARIACIONES	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	PROMEDIO DE LOS CUADRADOS	F	PROBABILIDAD	VALOR CRÍTICO PARA F
ENTRE GRUPOS	197,825941	1	197,825941	79,888857	0,00010945	5,98737761
DENTRO DE LOS GRUPOS	14,857587	6	2,4762645			
TOTAL	212,683528	7				

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

Ho = ¿Los rendimientos son iguales?

P > 0.05

Se acepta la Ho

Ha = ¿Al menos un rendimiento es diferente?

P < 0.05

Se rechaza la Ho y se acepta la Ha

Según la Tabla 32-3 de análisis de varianza de los rendimientos indica que la probabilidad de interacción debe ser mayor a 0.05 para aceptar la hipótesis nula (Ho) y dado que 0.00010 es menor a 0.05 se acepta la hipótesis alterna, esto muestra la diferencia estadísticamente entre rendimientos, es por lo que se prosigue a realizar un análisis de prueba Tukey para encontrar el valor existente de diferencia entre rendimientos.

Tabla 33-3: Análisis Tukey de los rendimientos.

TABLA TUKEY	3,46
ERROR	2,4762645
N.º	4
HSD	2,72235413

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

Tabla 34-3: Comparación entre rendimientos.

	R (%) Maíz	R (%) Papa
R (%) Maíz		9,9455
R (%) Papa		

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

Según la Tabla 33-3 mostró mediante la prueba Tukey el valor de diferencia entre rendimientos mostrando una diferencia significativa, debido a que el HSD (Diferencia honesta significativa) tiene un valor de 2.72 siendo rendimiento de papa mayor con un valor de 9.94.

Tabla 35-3: Rendimiento de los mejores tratamientos.

Materia Prima Usada	Promedios (%)	
	TM3	TP2
Maíz De Grano Blanco	23.70	
Papa Chola	14.90	

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

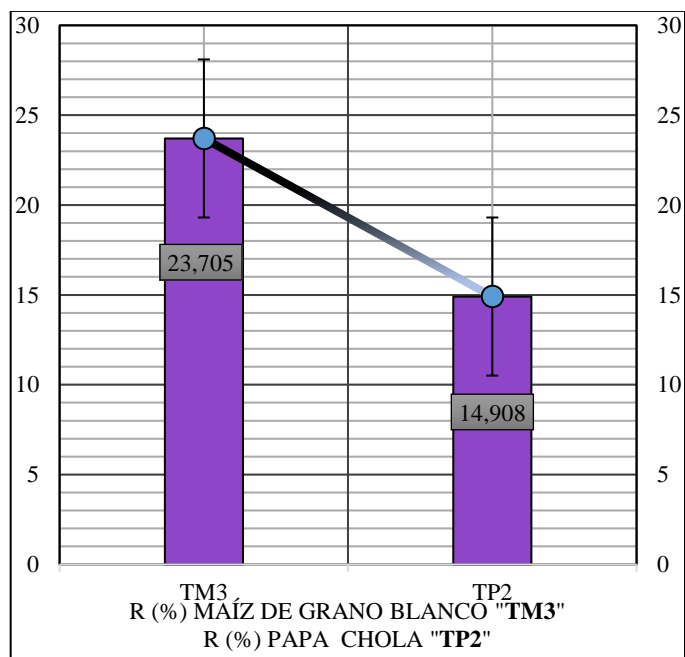


Gráfico 5-3: Comparación entre extracciones Maíz y Papa.

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

Los mejores rendimientos tanto del maíz con 23.705 % y la papa con 14.908 % presentan una diferencia de **8.797 %** mostrando tener mayor extracción el maíz de grano blanco.

El rendimiento de maíz fue de 23.70 % y al compararlo con 5.70 % resultado obtenido de (Avellán et al., 2020, p. 8) presenta una diferencia de 18, siendo un resultado favorable nuestro tratamiento y al compararlo con los diferentes métodos de extracción de almidón de la harina de maíz de (Tovar, 2008, p. 46) el cual obtuvo un rendimiento de $35.59 \pm 3.57\%$, mismo que representa una diferencia de 11.89 ± 3.57 , aceptando el tratamiento puesto que no existe una diferencia significativa entre los anteriores mencionados.

Según Holguin (2019, p. 26,28) el maíz es el producto del cual se extrae mayor cantidad de almidón puesto que es la materia con mayor producción, mientras que para la papa su contenido de almidón oscila entre el 16 a 20 % según la variedad de tubérculo, a comparación con la cantidad de almidón extraído de la papa chola es de 14.90 % con una cantidad de 22.362 gramos de en el tratamiento, siendo superior nuestro rendimiento a (Ortiz et al., 2013, p. 190) el cual extrajo almidón entre 8 y 12%.

3.3.2. Resultados de los parámetros de análisis en el almidón

Tabla 36-3: Parámetros de análisis de almidón (Maíz y papa Chola) y mezcla.

N.º	Parámetros	Unidades	Almidón maíz – TM3	Almidón mezcla – TJ	Almidón papa – TP2	Estándar	Norma / institución
1	Solubilidad		Opaca	Ligeramente Opaca	Levemente Opaca	Ligeramente Opaca	INEN 1456
2	pH		5.61	6.37	6.41	5.00-7.00	INEN 1456
3	Ceniza		0.098	0.099	0.10	≤0.12	AOAC (Association of Official Analytical Chemists) 942.05
4	Temperatura de gelatinización	°C	69.50	63.20	59.00	57.5-70	INEN 1456
5	Viscosidad	cP	480.10	585.60	6535	840-1500 cP	ISI 17-1 del Internatinal Starch Institute
6	Densidad aparente	g/mL	1.06	1.595	1.52	+/- 1.56	FAO
7	Índice de absorción de agua	gel/g	-	5.2633	-	0.82 – 15.52 gel/g	FAO
8	Humedad	%	8.492	10.396	10.58	10-13 %	FAO
9	Amilosa	%	30.29	20.53	20.53	-	INIAP
10	Amilopectina	%	69.71	79.47	79.47	-	INIAP
11	Hongos	UFC/g	200	200	200	1000-5000	FAO / SAQMIC
12	Levadura y moho	UFC/g	<10	<10	<10	1000-5000	FAO / SAQMIC
13	Coliformes total	UFC/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	FAO / SAQMIC

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

3.3.3. Resultados del biofilm de la mezcla del almidón

3.3.3.1. Elaboración del biofilm

Tabla 37-3: Elaboración del biofilm.

Formulación	Variable	T (°C)	TIEMPO (min)	SECADO				ÁREA (cm ²)	Volumen (mL)	PESO (g)	PESO / ÁREA	Espesor (mm)	Moldeo	Forma Película	Transparencia	Estabilidad
				Elaboración	LUGAR	MÉTODO	T (°C)									
T1	CA 1: CP 0.5	65	35	Lab. Inv.	Ambiente	21	84	72,38	40,5	0,78	0,019259	0,1	si	si	Ligeramente Opaca	si
T2	CA 1: CP 1	65	35	Lab. Inv.	Ambiente	21	84	72,38	41	0,92	0,022439	0,1	si	si	Ligeramente Opaca	si
T3	CA 1.5: CP 0.5	65	35	Lab. Inv.	Ambiente	21	84	72,38	41,5	0,87	0,020964	0,1	si	si	Ligeramente Opaca	si
T4	CA 1.5: CP 1	65	35	Lab. Inv.	Ambiente	21	84	72,38	42	1,32	0,031429	0,1	si	si	Ligeramente Opaca	si

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

Después de los ensayos preliminares en la elaboración del biofilm se consideran los mejores tratamientos siguiendo el diseño experimental 2k, mismo del cual se realizaron su caracterización de forma fisicoquímica y mecánica.

Los tratamientos (T1, T2, T3, T4) de los cuales se obtuvo la mejor formulación muestran estabilidad, en cada tratamiento se formuló al 50/50 de los almidones TM3 y TP2.

3.3.3.2. Humedad, solubilidad y grado de transmisión de vapor de agua

Tabla 38-3: Humedad, solubilidad y grado de transmisión de vapor de agua.

N.º	Biofilm Mezcla de Almidones								
	Esesor (mm)	Promedio	Humedad (%)	Promedio	Solubilidad (%)	Promedio	TVA_{ϵ} ($\frac{mm\ g}{m^2 h}$)	Promedio	
T1	R1	0.09	0.1	8.6	8.81	4.73	12.57	0.6225	0.656
	R2	0.1		1.82		15.91		0.6075	
	R3	0.12		16.03		17.05		0.74	
T2	R1	0.08	0.09	11.32	13.29	12.57	8.94	0.79375	0.73125
	R2	0.11		16.22		12.3		0.7375	
	R3	0.1		15.35		1.95		0.6625	
T3	R1	0.07	0.09	10.8	9.83	26.52	21.04	0.54625	0.4533
	R2	0.1		7.87		12.84		0.4625	
	R3	0.12		10.84		23.77		0.35125	
T4	R1	0.09	0.1	8.65	18.36	33.51	19.8	0.27625	0.2891
	R2	0.1		37.19		12.18		0.37	
	R3	0.11		9.24		13.73		0.22125	

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

El espesor de las láminas de biofilm es medido por un pie de rey o micrómetro digital el cual es puesto en el equipo entre la punta fija y el musillo de la forma más ajustada tomando la medida, del cual se obtuvo un promedio entre 0.09 y 0.1 mm y al comparar estos valores con (NTE INEN 2542, 2010, p. 3) el cual dicta que existe un rango entre 0 y 0.2 mm se observa que se encuentra dentro de los parámetros que dicta la norma.

Los resultados de humedad del biofilm a partir de la mezcla de almidones (TM3 y TP2), al 50%, repetido por 3 veces, demuestran que el T1 hecho a base 0.5 glicerina y a 1 gramo de almidón, presenta un promedio de 8.81 humedad, siendo el menor biofilm en presentar humedad al resto y al compararla con (Cunalata, 2021, p. 67,68) quien obtuvo una humedad de 12.17 a 12.34 % en los bioplásticos a partir de la cascara de trigo y con (Charro, 2015, p. 53) el cual tiene de 30.00 a 60.59 % de humedad en los bioplásticos de papa, podemos evidenciar que el T1 tiene menor humedad al resto de bioplásticos, siendo efectivo el recubrimiento en alimentos a larga duración.

Los resultados de la solubilidad en las pruebas del biofilm demostraron que el T2 tuvo un promedio de 8.94 siendo la menor solubilidad, mientras que el T 3 es el que presenta mayor solubilidad con 21.04 y al compararlo con (Cunalata, 2021, p. 68) el cual tiene 58.42 a 80.85 % de

solubilidad y con (Charro, 2015, p. 54) el cual obtuvo de 22.96 a 49.40 % de solubilidad, demuestra que los biofilm presentan un valor menor, sin embargo al compararlo con (Muñoz, 2014, p. 16) el cual realizó biopelículas a partir de mezcla al 50% de almidones de maíz y yuca obtuvo 44.67 ± 1.42 a 55.29 ± 1.37 % de solubilidad demostrando tener valores mayores a los obtenidos en los cuatro biofilm.

Los resultados del grado de transmisión de vapor de agua demuestran que el T4 de 0.2891 ($8.399E-8$) presenta menor transmisión que el resto de los biofilm seguido por el T3 de 0.4533 ($1.661E-7$), esto es por el motivo de que se forma una capa más gruesa que a comparación del resto, seguido por el T1 de 0.656 ($1.893E-7$) estos valores al compararlos con (Cunalata, 2021, p. 69) quien obtuvo de $1.452E-6$ a $7.767E-6$, se observa menor permeabilidad y con (Charro, 2015, p. 58) con valores de 0.0258 a 0.1766, se observa mayor permeabilidad, entonces se compra con las biopelículas de (Muñoz, 2014, p. 13) quien obtuvo valores de 1.26 ± 0.04 a 5.02 ± 0.09 valores mayores a los biofilm.

- Análisis de varianza para el grado de transmisión de vapor

Tabla 39-3: Análisis de varianza de permeabilidad.

ORIGEN DE LAS VARIACIONES	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	PROMEDIO DE LOS CUADRADOS	F	PROBABILIDAD	VALOR CRÍTICO PARA F
FILAS	0,008839323	2	0,00441966	0,46268033	0,65031918	5,14325285
COLUMNAS	0,338879557	3	0,11295985	11,8254084	0,00625191	4,75706266
ERROR	0,057313802	6	0,0095523			
TOTAL	0,405032682	11				

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

H_0 = Todos los biofilm presentan igual permeabilidad. $P > 0.05$ Se acepta la H_0

H_a = Al menos un valor de permeabilidad diferente. $P < 0.05$ Se rechaza la H_0 y se acepta la H_a

Tabla 40-3: Análisis Tukey de permeabilidad.

TABLA TUKEY	4,9
ERROR	0,0095523
N.º	4
HSD	0,239452882

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

Tabla 41-3: Comparación de permeabilidad.

Permeabilidad	T1	T2	T3	T4
T1		-0.108	0.170	0.334
T2			0.278	0.442
T3				0.164
T4				

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

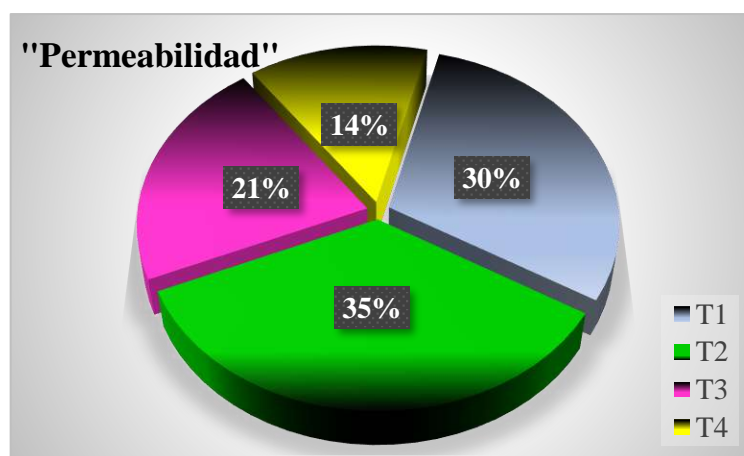


Gráfico 6-3: Comparación de permeabilidad.

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

El T4 es quien presenta menor diferencia de en la permeabilidad y el T2 presenta mayor diferencia a diferencia del resto de biofilm.

3.3.3.3. Resultados de la tracción

Tabla 42-3: Resultados de la tracción.

N.º	Producto	Formulaciones	Módulo elasticidad (MPa)	Carga De Fluencia (N)	Esfuerzo de fluencia (MPa)	Carga Máxima (MPa)	Esfuerzo Máximo (MPa)	Elongación (%)
1	Biofilm de Almidón mezcla de Maíz de grano blanco y papa chola 50/50	T1	38.01	2.20	3.55	2.44	3.93	5.40
		T2	22.28	0.47	0.97	0.53	0.97	4.52
		T3	108.9	1.66	3.60	1.76	3.81	2.04
		T4	49.68	2.24	3.75	2.40	4.03	3.84

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

Los resultados de la prueba de tracción son llevados a cabo bajo la norma (ASTM D638-14, 2015, p. 6) y (NTE INEN 2637, 2012) en una maquina universal de ensayos -WAW600B de marca Jinan Liangong testing Technology CO., LTD de serie 7136 con certificado LNM-F-201650006-CÓD IDENT: M2.

Los resultados de la tracción presentan una elongación de 2.04 a 5.40 % mismos que según la norma (ASTM D638-14, 2015, p. 9) determina que la resistencia para plásticos es de 14 a 140 MPa y los valores de tensión de tracción y elongación a la rotura para plásticos no reforzados generalmente varían debido a las inconsistencias en el estirado de la sección central de la probeta de prueba, esto es por la resistencia a la tracción y el alargamiento en un límite elástico para el cual son creados, esto se relaciona con la utilidad práctica de las piezas moldeadas es por ello que se recomienda mencionar su especificación (ASTM D638-14, 2015, p. 8).

3.3.3.4. Resultados de la biodegradabilidad

Tabla 43-3: Porcentajes de degradabilidad del biofilm.

	Porcentajes (%)					
	Suelo	Días	Agua	Días	Ambiente	Días
T1	91.10	57	74.00	39	90.75	132
T2	100.00	57	79.32	39	100.00	132
T3	94.22	57	85.68	39	94.67	132
T4	82.91	57	100.00	39	100.00	132

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

Resultados de la biodegradabilidad en el suelo, demostró que la última toma de datos antes de desaparecer o esparcirse en pequeños tozos el biofilm, tuvo porcentaje de 100.00% en el T2 siendo de mayor degradación en un periodo de 57 días, mientras que el de menor degradación es el T4 a 82.91% un periodo de 57, dejando pequeñas partículas, en un suelo rico en humus mismo que tiene un tono oscuro por la alta presencia de materia orgánica, del suelo Andosol. En el proceso se observó, que una vez el biofilm colocado en la tierra, según dicta la norma a los 14 días se pudo observar cómo esta redujo su tamaño considerablemente, secando el biofilm de manera considerable.

Los resultados de la biodegradabilidad del biofilm en el agua, demostró que la última toma de datos fue de 100.00% en el T4 siendo el mayor degradabilidad en 39 días, mientras que el menor fue el T1 a 74.00% con un periodo de 39 días, sin embargo un aspecto importante a considerar es que el biofilm a los 7 días se expandió aumentando su tamaño en área esto indicó que se volvió más frágil, puesto que cualquier movimiento rompía el biofilm, lo cual demostró que si algún factor externo interviene (movimiento o caída de lluvia) ayudaría considerablemente al deterioro de objeto.

En los resultados de la biodegradabilidad en el ambiente, demostró que tanto el T2 y 4 presenta una degradabilidad del 100.00% en un periodo de 132 días y el T1 un 90.75% siendo el de menor degradabilidad, la poca humedad que absorbe del ambiente la torna lisa y frágil al periodo de dos meses impidiendo que se degrade de forma rápida.

3.3.3.5. Biofilm a diferentes porcentajes

Tabla 44-3: Biofilm a diferentes porcentajes.

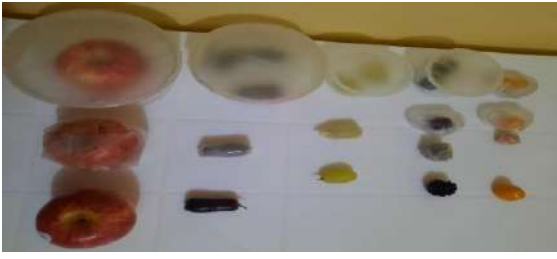
N.º			MEZCLA DE ALMIDONES		GLICERINA (mL)	PESO DEL BIOFILM SECO (g)	ESTABILIDAD
			Maíz (g)	Papa (g)			
1	T1	P9.1	0.90	0.10	0.5	1.63	Si
2		P7.3	0.70	0.30		1.68	Si
3		P3.7	0.30	0.70		1.67	Si
4		P1.9	0.10	0.90		1.55	Si
5	T2	P1.9	0.15	1.35	1	2.53	Si
6	T3	P1.9	0.20	1.80	0.5	2.15	Si
7	T4	P1.9	0.25	2.25	1	2.26	Si

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

A diferentes porcentajes se presenta biofilm de calidad para los cuatro tratamientos observando que estos presenten estabilidad y caracterizándolo como biofilm aceptable en el T1 en porcentaje P9.1, P7.3, P3.7, P1.9, el T2 P1.9 mientras que el T3 P1.9 y el T4 P1.9.

3.3.3.6. Recubrimiento en alimentos

Tabla 45-3: Recubrimiento y análisis físico de alimentos.

	OBSERVACIONES	
	Día 0	
	Olor: Se presentan de forma fresca cada fruta	
	Color: Característica de cada fruta.	
Textura: Firme, lisa y fresca en cada fruta.		
	OBSERVACIONES	
	Día 11	
	Con Biofilm	Sin Biofilm
	Olor: Casi no se percibe el olor a mora.	La presencia de moho es alta no se percibe el olor
	Color: Se observa una mínima presencia de moho.	La presencia de moho es alta.
	Textura: Presenta partes firmes, deshidratadas y muy suaves.	Todas están suaves.

Realizado por: Caisapanta, Daily. 2021.

En la validación del biofilm se realizó el recubrimiento de alimentos, se observó que este desde el recubrimiento la mora con el T1 se conserva perfectamente sin verse afectado y al paso del día 11 este presentó los cambios mencionados en la Tabla, también se realizó otros recubrimientos al cual se lo sometió a alimentos como: uvilla, uva campana, uva verde y manzana, estos alimentos aún se conservaron perfectamente.

3.4. Prueba de Hipótesis

3.4.1. General

Los almidones que se obtuvieron por medio del método de extracción húmeda tanto del maíz de grano Blanco y de la papa chola cumplieron con las pruebas establecidas, mostrando ser almidones de calidad, siendo tal su porcentaje de obtención con el cual se pudo realizar varios biofilm a diferentes condiciones, porcentajes y reactivos, de los cuales se obtuvo de cada formulación el mejor, en donde estos cumplen con las pruebas establecidas para el biofilm.

3.4.2. Específicas

- Las repeticiones que se realizaron en la extracción del almidón por medio de vía húmeda dieron como resultado el mejor método para la obtención de una gran cantidad de almidón, tanto del maíz de grano Blanco como de la papa chola dando como resultado el mejor tratamiento para el maíz de grano el TM3 con un promedio de 23.705 por su rendimiento, en cambio en la extracción de la papa chola el mejor tratamiento fue el TP2 el cual dio 14.908 en su promedio.
- Al caracterizar el almidón de forma físico química mostró que es un almidón que cumple con todos los parámetros establecido por la norma INEN 1456, como la solubilidad, pH, la temperatura de gelatinización pruebas que se realizaron en el laboratorio de Investigación en escala según dicta la norma evitando desperdicios, además de un contenido de amilosa de 30.29 en el almidón de maíz de grano blanco y 20.53 en la mezcla de almidones según el INIAP, los cuales se encuentran aptos para la elaboración del biofilm.
- Se realizaron varias formulaciones en la obtención del biofilm de la mezcla de almidones (maíz de grano Blanco y Papa Chola) en un porcentaje 50/50 del cual su mejor formulación, da paso a la variación de diferentes porcentajes en 90-10, 70-30, 30-70 y 10-90, para conocer así si la mezcla realizada entre estos dos almidones da una correcta formulación y en efecto según las pruebas realizadas el T1, demostró que el biofilm es apto y considerado como un biopolímero degradable en su uso para recubrimiento en alimentos.

3.5. Discusión

En la elaboración del biofilm se necesitó obtener una gran cantidad de almidón tanto del maíz de grano blanco como de la papa chola, es por ello por lo que se realizaron cuatro tratamientos de cada materia para conocer cuál es el tratamiento con mejor rendimiento, proceso de extracción de almidón descrito por (García, 2012, p. 15) al considerar la eficiencia por la ecuación 1-3, en el maíz según Holguin (2019, p. 26.28) es el producto del cual se extrae mayor cantidad de almidón dado que es la materia de mayor producción y menor cantidad de humedad, mismo del cual el TM3 obtuvo un rendimiento promedio de 23.70 % con 35.55 g de almidón, al cual ingreso 150 g de materia prima y 500 mL de agua, a una revolución alta (20000 RPM) con un tiempo de dos minutos, posterior a ello un tiempo de reposo de 12 horas y un tiempo de secado de 38 horas a una temperatura de 50 °C y procederlo a moler y pasarlo por el tamiz de 63µm para almacenarlo, mismo que al compararlo con el rendimiento de (Avellán et al., 2020, p. 8) de 5.70 % se observa una eficiencia mayor en el TM3 con una diferencia del 18 entre rendimientos, mientras que (Tovar, 2008, p. 46) obtuvo un rendimiento de 35.59±3.57% dando una diferencia de 11.89±3.57, aceptando el tratamiento dado que no existe una diferencia significativa. En la extracción de almidón de papa el mejor tratamiento es el TP2 teniendo un promedio de rendimiento de 14.908 % con 22.362 g de almidón al igual que en el anterior se ocupó 150 g de materia prima y 500 mL de agua el cual se trituro por un minuto y medio a una revolución baja (6800 RPM) a un tiempo de un minuto y medio, alcanzando así una mayor eficiencia, por tiempo de reposo de 12 horas y un tiempo de secado de 24 horas a una temperatura de 50 °C y procederlo a moler y pasarlo por el tamiz de 63µm para almacenarlo y al compararlo con (Ortiz et al., 2013, p. 190) el cual el contenido de almidón se extrajo entre 8 y 12 % mostrando ser más eficiente la extracción del TP2.

Después de extraer los almidones se procedió a someterlos a análisis de forma individual como en mezcla TJ mismo del cual se obtuvo parámetros de: Solubilidad en TM3 se observó opaca, TJ es ligeramente Opaca y en el TP2 levemente opaca mientras que según la norma INEN 1456 su estándar es aceptable ligeramente opaca, pH en el TM3 se presenta un valor de 5.61, el TJ es 6.37 y TP2 6.41 el cual según la norma (INEN 1456, 2012. p. 2) se establece como estándar valores entre 5.00-7.00, cenizas en TM3 es de 0.098, TJ es de 0.099 y TP2 es 0.10 valores de los cuales según la AOAC establece como estándar ≤ 0.12 y estos valores según (Tovar 2008, p. 24) en el almidón de maíz presenta un valor de 0.1 y en la papa un valor de 0.4, temperatura de gelatinización en TM3 se presenta a 69.50 °C, TJ es 63.20 °C y TP2 es de 59.00 valores que según la norma INEN 1456 establece el estándar entre 57.5-70 °C, viscosidad en el TM3 es de 480.10 cP, en el TJ es 585.60 cP y en el TP2 es de 6535 cP, valores de los cuales según la norma ISI 17-1 establece un estándar de 840-1500 cP, densidad aparente tiene valores en TM3 de 1.06 g/mL, TJ es de 1.595 g/mL y TP2 es de 1.52 g/mL, del cual según la FAO presenta valores de +/- 1.56 g/mL como estándar,

un índice de absorción de agua de TJ de 5.2633 gel/g del cual según la FAO presenta un estándar de 0.82-15.52 gel/g, humedad de TM3 de 8.492 %, TJ de 10.396 % y TP2 de 10.58 %, valores que al compararlos con el almidón maíz de (Tovar, 2008, p. 24) tienen 13% y en el almidón de papa tiene 19% y según (Charro, 2015, p. 35) presenta un valor de 9.82% en el almidón de papa, amilosa en TM3 es de 30.29 %, en TJ es de 20.53 % y en TP2 presenta 20.53 % pruebas que son desarrolladas por el INIAP y al compararlo el almidón de maíz de (Charro, 2015, 2015. p. 10;35) y (Herrera y Adela, 2016, p. 18) dice tener un 25 % y en el almidón de papa de 20 % y 23.52 % con (Guzmán, 2015, p. 21) obteniendo diferencias pequeñas que se aceptan en la prueba esto es debido a las condiciones de cultivo a las cuales la materia prima fue sometida, es por ello que la temperatura de gelatinización varía de igual medida, además de considerar que tanto los almidones obtenidos como su mezcla están libres de levaduras y mohos así como de coliformes totales, sin embargo presentan una cantidad casi nula de hongos como son 200 UFC/g mientras que el nivel estándar está entre 1000 – 5000 UFC/g y presenta ausencia en coliformes total así que al almidón con el cual se está trabajando se lo considera apto para el desarrollo del biofilm.

La elaboración del biofilm presenta estabilidad en el T1, una mezcla de almidones al 50% de almidón de cada muestra esto se determinó mediante el diseño experimental 2^k en el cual se varió CA entre 1-1.5 y CP 0.5-1 obteniendo así la mejor formulación a CA 1: CP 0.5 a una temperatura de 65 °C por un tiempo de 35 min y un secado a temperatura ambiente a 21 °C por un tiempo de 84 h presentando un espesor de 0.1 mm el cual según la norma (INEN 2542, 2012, p. 3) el cual establece un rango entre 0 y 0.2 mm y una transparencia ligeramente opaca presentando estabilidad. La humedad presenta un promedio entre 8.81-18.36 % y al compararla con (Cunalata, 2021, p. 67.68) quien obtuvo una humedad de 12.17-12.34 % en los bioplásticos a partir de la cascara de trigo y con (Charro, 2015, p. 53) el cual tiene de 30.00-60.59 % de humedad en los bioplásticos de papa, una solubilidad promedio entre 8.94-21.04 % y al compararlo con (Cunalata, 2021, p. 68) el cual tiene 58.42 a 80.85 % de solubilidad y con (Charro, 2015, p. 54) el cual obtuvo de 22.96 a 49.40 % de solubilidad, demuestra que los biofilm presentan un valor menor, sin embargo al compararlo con (Muñoz, 2014, p. 16) el cual realizó biopelículas a partir de mezcla al 50% de almidones de maíz y yuca obtuvo 44.67±1.42 a 55.29±1.37 % de solubilidad demostrando tener valores mayores a los obtenidos en los cuatro biofilm, un grado de transmisión de vapor de agua de 0.2891-0.73125 $mm\ g/m^2h$ estos valores al compararlos con (Cunalata, 2021, p. 69) quien obtuvo de 1.452E-6 a 7.767E-6, se observa menor permeabilidad y con (Charro, 2015, p. 58) con valores de 0.0258 a 0.1766, se observa mayor permeabilidad, entonces se compra con las biopelículas de (Muñoz 2014, p. 13) quien obtuvo valores de 1.26±0.04 a 5.02±0.09 valores mayores a los biofilm. En las pruebas de la tracción presentan una elongación de 2.04 a 5.40 % mismos que según la norma (ASTM D638-14, 2015, p. 9) determina que la resistencia para plásticos es de 14 a 140 MPa y los valores de tensión de tracción y elongación a la rotura para plásticos no reforzados generalmente varían debido a las

inconsistencias en el estirado de la sección central de la probeta de prueba, esto es por la resistencia a la tracción y el alargamiento en un límite elástico para el cual son creados, esto se relaciona con la utilidad práctica de las piezas moldeadas es por ello que se recomienda mencionar su especificación (ASTM D638-14, 2015, p. 8), el módulo de elasticidad en el T1 tiene 38.01 MPa, con una carga de fluencia de 2.20 N y un esfuerzo de fluencia de 3.55 MPa , una carga máxima de 2.44 MPa, un esfuerzo máximo de 3.93 MPa y una elongación de 5.40 %, la degradabilidad en el agua se ve efectiva en poco tiempo permitiendo cumplir con la norma (INEN 2643, 2012. p. 2) el cual determina un producto desintegrado satisfactoria después de 12 semanas mientras que el biofilm se desintegro completamente en un periodo de 39 días, la validación del biofilm se realizó mediante el recubrimiento en alimentos como se observa en la tabla 41-3 y en el anexo O del cual se pudo evidenciar que el recubrimiento funciona, después se consideró cada formulación para realizar una variación porcentual de la mezcla de almidón (90-10, 70-30, 30-70 y 10-90)% comprobando así que el mejor el T1 de 1 g de mezcla de almidón.

CONCLUSIONES

- Se elaboró el biofilm por medio de la mezcla de almidón de maíz de grano blanco y papa chola el cual es apto para recubrimiento en alimentos con una durabilidad de 11 días constatando que detiene el tiempo de madurez y actúa como barrera microbiana contra el ambiente.
- Se obtuvo almidón mediante vía húmeda siendo el mejor tratamiento en el maíz el TM3 del cual se extrajo 35.55 g de almidón de maíz de grano blanco con un promedio de 23.70% en el rendimiento y para la papa el TP2 del cual se extrajo 22.36 g de almidón de papa chola con un promedio de 14.9%, donde se pudo observar un color blanco característico del almidón.
- Se caracterizó el almidón de forma fisicoquímica en la mezcla TJ con los resultados: solubilidad ligeramente opaca, pH de 6.37, cenizas < 0,12, temperatura de gelatinización de 63.20 °C, viscosidad de 585.60 cP, densidad de 1.595 g/mL, índice de absorción de agua de 5.2633 gel/g, humedad de 10,396 %; amilosa de 20.53 %, mientras que, en los análisis de hongos se determinó 200 UFC/g, levaduras y mohos <10 y en coliformes totales ausencia.
- La mejor formulación obtenida es la T1 realizada con una concentración de 0.5 mL de plastificante, 35 mL de agua destilada y 4 mL de ácido acético a una cantidad de 1 g de almidón de mezcla.
- Se validó el biofilm T1 mediante su caracterización físico-química y sometido a pruebas mecánicas con resultados de: un espesor de 0.1 mm, una humedad de 8.81%, una solubilidad de 12.57 %, un grado de transmisión de vapor de 0.656 $mm\ g/m^2\ h$, módulo de elasticidad de 3.801.E+01 MPa, carga de fluencia de 2.20 N, esfuerzo de fluencia de 3.55 MPa, carga máxima 3.93 MPa, con una elongación de 5.40 % y una biodegradabilidad en el suelo de 91.10 % en 57 días, en el agua 74 % en 39 días y en el ambiente 90.75 % en 132 días.

RECOMENDACIONES

- La fibra presente en la torta de la extracción de almidón del maíz y papa puede ser acogida y usada de otras formas, como un producto orgánico, como en muchos casos abono o comida de ciertos animales.
- El almidón debe ser protegido de humedad y bacterias y almacenado de forma rápida evitando que el almidón se dañe.
- Es recomendable usar una agitación constante dado que es mezcla de almidones de materias diferentes.
- Se recomienda que los usuarios al manipular el almidón se encuentren con un equipo de protección para sus manos y vía respiratoria.
- Se recomienda continuar con la investigación para otros fines dado que mientras se buscó el biofilm para recubrimiento se encontró algunos de mayor dureza y firmeza que pueden remplazar otros materiales que se ocupan diariamente con un solo uso

BIBLIOGRAFÍAS

ACOSTA, R. *El cultivo del maíz, su origen y clasificación.*, vol. 30, no. 2, 2009. ISSN 0258-5936, pp.113-120.

AGAMA, Edith; et al. *Características del Almidón de Maíz y Relación con las enzimas de su Biosíntesis.* vol. 47, no. 1, 2013. ISSN 62731, pp. 1-12.

AGUIAR, Coralía; et al. *Prueba del Almidón. Prueba de yodo* [en línea]. 2014. [Consulta: 13 abril 2022]. Disponible en: <https://sites.google.com/site/laboratoriosbioquimica/bioquimica-i/prueba-del-almidon?tmpl=%2Fsystem%2Fapp%2Ftemplates%2Fprint%2F&showPrintDialog=1>

ALEMÁN, María; et al. Estudio de las propiedades y biodegradabilidad de plásticos (CAST-FILMS) elaborados a partir de cáscara de naranja, pectina y alcohol polivinílico (PVOH) [en línea]. Investigación. San Nicolás de los Garzas: Departamento de Microbiología e Inmunología F.C.B., U. A. N. L. 2020. pp. 1-2. [Consulta: 16 agosto 2021]. Disponible en: https://smbb.mx/congresos%20smbb/veracruz01/TRABAJOS/AREA_IV/CIV-14.pdf

ANDRADE, H. Papa Chola. *EL FRUTON* [en línea]. 2018. [Consulta: 16 junio 2021]. Disponible en: https://elfruton.com/index.php?id_product=157&id_product_attribute=0&rewrite=papa-chola&controller=product

ANDRADE, H; et al. Chola. *Inventario de tecnologías e Información para el cultivo de papa en Ecuador* [en línea]. 2009. [Consulta: 16 junio 2021]. Disponible en: <https://cipotato.org/papaenecuador/2017/10/12/35-chola/>

ANDRADE, Héctor. *Varietades de Papa cultivadas en el Ecuador.* 1998. pp. 35. ISSN 011545.

ANDRADE, Héctor. Varietades de papas cultivadas en el Ecuador. *INIAP, Estación Experimental Santa Catalina.* [en línea]. 1998, (Quito, Ecuador), Programa Nacional de Raíces y Tubérculos-Papa, pp. 1-34. [Consulta: 4 abril 2022]. ISBN 011545. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3333>.

ANDRADE, Johana; et al. Elaboración y Evaluación de un Recubrimiento comestible para la conservación postcosecha del Tomate de árbol *Cyphomandra betacea* Cav. Sendt. *Revista de ciencias Agrícolas*. [en línea]. 2013, vol. 30, (no. 2), pp. 60-72. [Consulta: 16 marzo 2022]. ISSN 0120-0135. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5104084>

AQUAE. Agua destilada: definición y propiedades. *Fundación Aquae* [en línea]. 2021. [Consulta: 12 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.fundacionaquae.org/que-es-agua-destilada/>.

ARISTIZÁBAL, Johana; et al. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca [en línea]. 2017, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. pp.1-153. [Consulta: 19 junio 2021]. ISBN 978-92-5-305677-4. Disponible en: <https://www.fao.org/3/a1028s/a1028s.pdf>.

ASHTER, S.A. 1.3 Current Material Trends. *Introduction to Bioplastics Engineering* [en línea]. 2005, S.l.: Elsevier, pp. 1-6. [Consulta: 10 junio 2021]. ISBN 978-0-323-39396-6. Disponible en: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt01104HE1/introduction-bioplastics/current-material-trends>.

ASTM D638-14. *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*. En: Thu Apr 16 16:50:20 EDT 2015 [en línea]. 2015, United States: ASTM International. pp. 1-16. [Consulta: 5 abril 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/2628/1/ASTM%20D638-14.pdf>.

ASTM D1653 - 93. *Test Methods for Water Vapor Transmission of Organic Coating Films*. [en línea]. 1999, S.l.: ASTM International. pp. 1-19. [Consulta: 3 agosto 2021]. Disponible en: <http://www.astm.org/cgi-bin/resolver.cgi?D1653-93R99E1>.

AVELLÁN, Adriana; et al. Obtención De Bioplástico A Partir De Almidón De Maíz (*Zea mays* L.). *Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, vol. 7, no. 1, (2020), pp. 1-11. ISSN 2313-7819. DOI 10.48204/j.colonciencias.v7n1a1.

BILLMEYER, J. *Ciencia de los polímeros* [en línea]. 1975, S.l.: Editorial Reverté. [Consulta: 16 marzo 2022]. ISBN 978-84-291-9162-2. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/117588>.

BRITO, H. *Texto Básico Operaciones Unitarias I*. Riobamba, Ecuador: s.n. 2000^a. pp. 1-33.

BRITO, H. *Texto Básico Operaciones Unitarias II* *ResearchGate* [en línea]. (Riobamba-Ecuador), Dentro ESPOCH. 2000b. pp. 1-90 [Consulta: 3 junio 2021] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/315778840_Texto_Basico_Operaciones_Unitarias_II

BRITO, H. *Texto Básico Operaciones Unitarias III* *ResearchGate* [en línea]. (Riobamba-Ecuador), ESPOCH. 2001. pp. 1-104. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/313673664_TEXTO_BASICO_DE_OPERACIONES_UNITARIAS_III/link/58a28ebc45851598babaf0ba/download.

CHARRO, M. Obtención de Plástico Biodergradable a Partir de Almidón de Patata. [En línea] Investigación. (Riobamba-Ecuador). 2009. pp. 1-109. [Consulta: 3 agosto 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec:8080/bitstream/25000/3788/1/T-UCE-0017-97.pdf>

CHUIZA, Marco.; & BRITO, Hannibal. Producción de láminas de plástico biodegradables a partir del almidón de *Arracacia xanthorrhiza*. *ResearchGate*, (2020), (Riobamba-Ecuador) pp. 981-994. DOI 10.23857/dc.v6i3.1261.

CNW. *El maíz blanco*. [Cusco Navel of the World Travel Agency]. 2019. [Consulta: 3 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.cusconavelagency.com/maiz-blanco-gigante-del-valle-sagrado>.

CORRAL, M. *Glicerina*. [CuidatePlus]. 2016. [Consulta: 16 agosto 2021]. Disponible en: <https://cuidateplus.marca.com/belleza-y-piel/diccionario/glicerina.html>

CUNALATA, J. Elaboración de un biopolímero a partir del almidón de la cáscara de trigo (*Triticum aestivum L.*). [en línea] Investigación, EPOCH, Facultad Ciencias, (Riobamba-Ecuador). 2021. pp.1-116. [Consulta: 6 abril 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14793>

DEL-VALLE. Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. *Food chemistry*, vol. 91, (2005) pp. 751-756. DOI <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.07.002>.

DÍAZ, Y. Determinación de las Propiedades Físicas, Químicas, Tecnofuncionales y la Estabilidad en Congelación/Descongelación del Almidón de cuatro variedades de *solanum tuberosum ssp.*

andigenum (PapaNativa) [en línea]. Universidad Nacional José María Arguedas, (Andahuaylas–Perú). 2015. [Consulta: 2 agosto 2021] 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&isAllowed=y>. Ingeniería Agroindustrial

ESCOBAR; 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. *INNOTEC* [en línea], 2009, vol. 4. pp.1-5. [Consulta: 13 abril 2022]. ISSN 16886593. DOI 10.26461/04.07. Disponible en: <https://ojs.latu.org.uy/index.php/INNOTEC/article/view/51>

FERTINOVA, Maíz blanco. *Fertinova agroproductos* [en línea]. 2015, [Consulta: 3 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.fertinova.mx/productos/granos/ma%C3%ADz-blanco>

FISHER, S. Ácido acético (C₂H₄O₂). *Thermo Fisher Scientific* [en línea]. 2021. [Consulta: 12 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.fishersci.es/es/es/products/I9C8K53O/acetic-acid.html>

GANDARILLAS, Antonio., & ORTUÑO, Noel. Compendio de Enfermedades, Insectos, Nematodos y Factores Abióticos que afectan el cultivo de Papa en Bolivia. *Proinpa* [en línea], (2009), [Consulta: 8 agosto 2021] ISSN 84-8370-349-1. Disponible en: <https://www.proinpa.org/tic/pdf/Papa/Plagas%20de%20la%20papa/Otras%20plagas/pdf16.pdf>

GARCÍA, Alma. Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz. *Escuela Especializada en Ingeniería*, no. 16, (2015), pp. 1-52. ISSN 978-99961-50-21-0. DOI <https://doi.org/10.1142/S0217979211101259>

GARCIA, Omar; et al. Extracción y propiedades funcionales del almidón de yuca, manihot esculenta, variedad ica, como materia prima para la elaboración de películas comestibles. *limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria* [en línea], 2012, vol. 11, (no. 1). pp. 1-9. [Consulta: 4 abril 2022]. ISSN 1692-7125. DOI 10.24054/16927125.v1.n1.2013.382. Disponible en: https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/ALIMEN/article/view/382

GARRIDO, Muñoz., & MARIO, Jorge. Evaluación, caracterización y optimización de un bioplástico a partir de la combinación de almidón de maíz, yuca y glicerol en sus propiedades físicas y de barrera. (2014), pp. 58.

GUZMÁN, Sergio. Obtención de Plástico Biodegradable A partir de la Nixtamalización del Maíz [en línea]. Universidad Nacional Autónoma De México. México. 2015. pp. 1-65. [Consulta: 7 septiembre 2021] Disponible en: https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/iq/tesis/tesis_guzman_martinez.pdf

HERRERA, Paspuel., & ADELA, Estefanía. Caracterización de un bioplástico de almidones de maíz y yuca con antocianinas de repollo morado (*Brassica oleracea*) como potencial indicador de pH. 2016. pp. 1-62.

HOLGUIN, J. Sebastián. *Obtención de un Bioplástico a partir de papa.* Programa de Ingeniería Química. 2019. pp. 1-151.

LÓPEZ, José; et al. Análisis de la contaminación ambiental por plásticos en la ciudad de Riobamba. *Polo del Conocimiento*, vol. 53, (no. 12), (2020), pp. 725-742. ISSN 2550 - 682X. DOI 10.23857/pc.v5i12.2139.

MENOSCAL, R., & RODRÍGUEZ, E. Elaboración de Láminas Biodegradables a partir de los Residuos del Almidón de Yuca (Manihot esculenta) [en línea]. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. «Manuel Félix López». Manabí. 2017. pp. 1-52. [Consulta: 14 junio 2021] Disponible en: <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/623/1/TMA141.pdf>

MUÑOZ, Jorge. Evaluación, caracterización y optimización de un bioplástico a partir de la combinación de almidón de maíz, yuca y glicerol en sus propiedades físicas y de barrera. [en línea] 2014. pp. 1-58. [Consulta: 6 abril 2022]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3366/1/AGI-2014-T033.pdf>

NTE INEN 1456. *Reactivos para análisis. Almidón soluble (para iodometría). Metodo de Ensayo.* [en línea] 2012. pp. 1-5. [Consulta: 21 junio 2021] Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1456.pdf>

NTE INEN 2542. *Laminas Plásticas. Requisitos.* [en línea]. 2010. pp. 1-5. [Consulta: 7 abril 2022] Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2542.pdf>

NTE INEN 2635. *Método de Ensayo para las propiedades de tracción de láminas plásticas delgadas.* [en línea]. 2012. pp. 1-16. [Consulta: 16 septiembre 2021] Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2635.pdf>

NTE INEN 2637. *Ensayo de Tracción para determinar el punto final de la degradación de Polietileno y polipropileno degradables.* [en línea]. 2012. pp. 1-6. [Consulta: 21 junio 2021] Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2637.pdf>

NTE INEN 2643. *Especificación para Plásticos Compostables.* [en línea], 2012, pp. 1-4. [Consulta: 3 agosto 2021] Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2643.pdf>

ORTIZ, Moisés; et al. Desarrollo de una película plástica a partir del almidón extraído de papa residual. (2013), pp. 8.

PALMA RODRÍGUEZ, Heidi; et al. Caracterización parcial de películas biodegradables elaboradas con almidón de plátano y proteínas séricas de la leche. *Acta Universitaria* [en línea], 2017, vol. 27, (no. 1), pp. 26-33. [Consulta: 13 abril 2022] ISSN 2007-9621, 0188-6266. DOI 10.15174/au.2017.1215. Disponible en: <http://148.214.150.50/index.php/acta/article/view/1215>

PAMBA. *Papa chola.* [Pambamikuna]. 2021. [Consulta: 3 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.pambamikuna.com/wordpress/index.php/producto/papa-chola-1kg/>

POLÍMEROS. *Plastificantes.* [en línea]. 2018. [Consulta: 12 agosto 2021]. Disponible en: <https://todoenpolimeros.com/2018/01/10/plastificantes/>

SÁNCHEZ, Iván. Maíz I (*Zea mays*). *Reduca (Biología)* [en línea], 2014, (Madrid) (28040), pp. 1-21. [Consulta: 16 junio 2021]. ISSN 1989-3920. Disponible: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/27974/1/MAIZ%20I.pdf>

SERRATO, José. 2016. Diagnóstico del impacto del Plástico-Botellas sobre el medio Ambiente. (2016), pp. 81.

SIERRA, César; et al. *Polímeros: Generalidades y tendencias de investigación en Colombia* [en línea]. Primera. Colombia: Editorial Universidad del Cauca. 2019. [Consulta: 6 marzo 2022].

ISBN 978-958-732-350-4. Disponible en:
<https://www.bibliotechnia.com.mx/portal/visor/web/visor.php>

TOVAR, Tomas. Caracterización morfológica y térmica del almidón de maíz (zea mays l) obtenido por diferentes métodos de aislamiento. *Journal Abbreviation: Química en Alimentos* [en línea], S.l.: ICBI-BD-UAEH. 2008. pp. 1-78. [Consulta: 4 abril 2022]. Disponible en: <http://200.57.56.70:8080/xmlui/handle/231104/508>

VILLALOBOS, María. & LÓPEZ, Marycruz. Obtención de almidón a partir de los residuos de papa del mercado Abastos. (2014), pp. 271.

VILLAR, James. Extracción De Almidón. *calameo* [en línea]. 2018. [Consulta: 21 junio 2021]. Disponible en: <https://www.calameo.com/read/005193087c8fe3b2314cf>

XIAO, Wei. & XIAO, Jing-Lin. The properties of strong-coupling impurity bound magnetopolaron in an anisotropic quantum dot. *International Journal of Modern Physics B*, [en línea], 2011, vol. 25, (no. 26), pp. 3485-3494. [Consulta: 13 junio 2021] ISSN 0217-9792. DOI 10.1142/S0217979211101259. Disponible: <https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S0217979211101259>

YÁNEZ VILLEGAS, Mishel. Estimación de la vida útil de la papa (*Solanum tuberosum*) tratada con irradiación gamma y almacenada en dos condiciones. [en línea]. Investigación. Universidad Central del Ecuador. (Quito-Ecuador). 2019. pp. 1-136. [Consulta: 16 junio 2021] Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/18025/1/T-UCE-0008-CQU-090.pdf>

ZEAPLAST. Plásticos biodegradables: historia de los bioplásticos. *Zeaplast* [en línea]. 2020. [Consulta: 14 junio 2021]. Disponible en: <http://www.zeaplast.cl/plasticos-biodegradables/historia-de-los-bioplasticos+-20>

ANEXOS

ANEXO A. EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE MAÍZ (*Zea mayz L.*) DE GRANO BLANCO



a)



b)



c)

<p>NOTAS:</p>	<p>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:</p> <p><input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar</p> <p><input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS</p> <p>CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>ELABORADO POR:</p> <p>Daily Caisapanta.</p>	<p>EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE MAÍZ (<i>Zea mayz L.</i>) DE GRANO BLANCO</p>		
<p>a) Selección de materia prima.</p> <p>b) Sedimentación.</p> <p>c) Secado.</p>			<p>LÁMINA</p>	<p>ESCALA</p>	<p>FECHA</p>
			<p>1</p>	<p>1:4</p>	<p>10/09/2021</p>

ANEXO B. EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE PAPA CHOLA (*Solanum tuberosum L.*)



a)

b)

c)

<p>NOTAS:</p>	<p>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:</p> <p> <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar </p>	<p> ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA </p> <p>ELABORADO POR:</p> <p>Daily Caisapanta.</p>	<p>EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE PAPA CHOLA (<i>Solanum tuberosum L.</i>)</p>		
<p> a) Selección de materia prima. b) Sedimentación. c) Secado. </p>			<p>LÁMINA</p> <p>2</p>	<p>ESCALA</p> <p>1:4</p>	<p>FECHA</p> <p>10/09/2021</p>

ANEXO C. REDUCCIÓN Y ALMACENADO DEL ALMIDÓN DE MAÍZ Y PAPA



a)



b)



c)

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	REDUCCIÓN Y ALMACENADO DEL		
		FACULTAD DE CIENCIAS	ALMIDÓN DE MAÍZ (<i>Zea mays L.</i>) DE		
a) Reducción de tamaño por medio de tamiz.	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar	CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA	GRANO BLANCO Y PAPA CHOLA		
b) Almacenado (Maíz “T _{AM3} ”).	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar	ELABORADO POR:	(<i>Solanum tuberosum L.</i>)		
c) Almacenado (Papa “T _{AP2} ”).	<input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar	Daily Caisapanta.	LÁMINA	ESCALA	FECHA
			3	1:4	10/09/2021

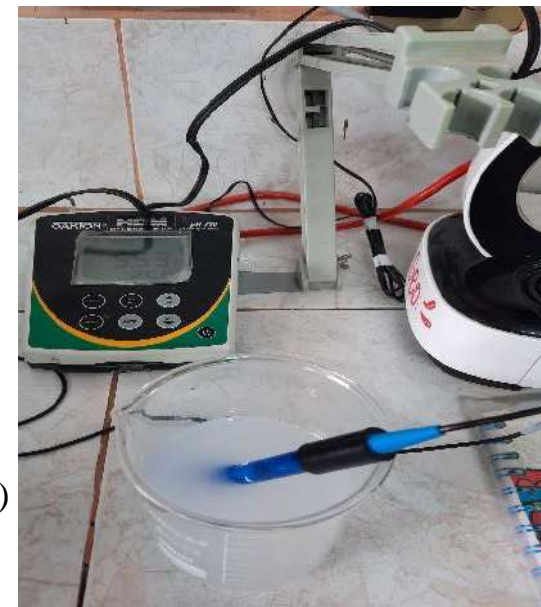
ANEXO D. ENSAYOS FISICOQUÍMICOS DEL ALMIDÓN DEL MAÍZ Y PAPA 1



a)



b)



c)

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA: <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA	ENSAYOS FISICOQUÍMICOS DEL ALMIDÓN DEL MAÍZ (<i>Zea mayz L.</i>) DE GRANO BLANCO Y PAPA CHOLA (<i>Solanum tuberosum l.</i>)		
a) Prueba Lugol (Antes y Después). b) Prueba Solubilidad. c) Prueba pH.			ELABORADO POR: Daily Caisapanta.	LÁMINA	ESCALA
			4	1:4	11/09/2021

ANEXO E. ENSAYOS FISICOQUÍMICOS DEL ALMIDÓN DEL MAÍZ Y PAPA 2



a)



b)



c)

<p>NOTAS:</p>	<p>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:</p> <p><input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar</p> <p><input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS</p> <p>CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>ELABORADO POR:</p> <p>Daily Caisapanta.</p>	<p>ENSAYOS FISICOQUÍMICOS DEL ALMIDÓN DEL MAÍZ (<i>Zea mayz L.</i>) DE GRANO BLANCO Y PAPA CHOLA (<i>Solanum tuberosum l.</i>)</p>		
<p>a) Prueba Cenizas.</p> <p>b) Determinación de la temperatura de gelatinización.</p> <p>c) Prueba Viscosidad.</p>			<p>LÁMINA</p>	<p>ESCALA</p>	<p>FECHA</p>
			<p>5</p>	<p>1:4</p>	<p>11/09/2021</p>

ANEXO F. ENSAYOS FISICOQUÍMICOS DEL ALMIDÓN DEL MAÍZ Y PAPA 3



a)



b)




c)


<p>NOTAS:</p>	<p>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p>	<p>ENSAYOS FISICOQUÍMICOS DEL ALMIDÓN DEL MAÍZ (<i>Zea mays L.</i>) DE GRANO BLANCO Y PAPA CHOLA (<i>Solanum tuberosum l.</i>)</p>		
<p>a) Lectura del Viscosímetro Brookfield.</p>	<p><input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar</p>	<p>FACULTAD DE CIENCIAS</p>			
<p>b) Densidad.</p>	<p><input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar</p>	<p>CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA</p>			
<p>c) Prueba Humedad.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar</p>	<p>ELABORADO POR:</p>			
		<p>Daily Caisapanta.</p>	<p>LÁMINA</p>	<p>ESCALA</p>	<p>FECHA</p>
			<p>6</p>	<p>1:4</p>	<p>10/09/2021</p>

ANEXO G. ANÁLISIS DE AMILOSA DE LA MEZCLA DE ALMIDONES

MC-LSAIA-2201-06



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD
LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS
 Panamericana Sur Km. 1. CutuglaguaTifs. 2690691-3007134. Fax 3007134
 Casilla postal 17-01-340



INFORME DE ENSAYO No: 21-0147

**NOMBRE PETICIONARIO:	Srta. Daily Caisapanta Ponluisa	**INSTITUCIÓN:	Particular
**DIRECCIÓN:	Riobamba	**ATENCIÓN:	Srta. Daily Caisapanta Ponluisa
FECHA DE EMISIÓN:	03/08/2021	FECHA DE RECEPCIÓN.:	22/07/2021
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 22 de julio al 03 de Agosto del 2021	HORA DE RECEPCIÓN:	10h00
		ANÁLISIS SOLICITADO:	Amilosa

ANÁLISIS METODO	HUMEDAD MO-LSAIA-01.01	AMILOSA ⁰¹ MO-LSAIA-04	**IDENTIFICACIÓN
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	Morrison y Laignelet 1983	
UNIDAD	%	%	
21-0868	7,33	30,29	Almidón de maíz blanco
21-0869	7,13	20,53	Almidón mezcla de maíz blanco y papa chola

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

a)  **IVÁN RODRIGO SAMANIEGO MAIGUA**
 Dr. MSc. Iván Samaniego
RESPONSABLE TÉCNICO

RESPONSABLES DEL INFORME



 **BLADIMIR ORTIZ RAMOS**
 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. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información. La información entregada por el cliente y generada durante las actividades de laboratorio es de carácter confidencial, esta dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo puede ser usada por este. Los datos marcados con ** son suministrados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza por esta información.

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA	ANÁLISIS DE AMILOSA DE LA MEZCLA DE ALMIDONES		
a) Informe de Ensayo de amilosa, Laboratorio INIAP.	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar	ELABORADO POR: Daily Caisapanta.	LÁMINA	ESCALA	FECHA
			7	1:1	04/09/2021

ANEXO H. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA MEZCLA DE ALMIDONES

INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Fecha: 26 de Agosto del 2021
 Análisis solicitado por: Srta. Daily Caisapanta
 Tipo de muestras: Almidón de la mezcla de: Maíz de grano Blanco (*Zea mays L.*) y Papa Chola (*Solanum tuberosum L.*)
 Localidad: Riobamba



saqmic
 LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS
 QUÍMICOS Y MICROBIOS EN AGUA Y ALIMENTOS

Determinaciones	Unidades	Método	Resultados
Aerobios Mesófilos	UFC/g	Siembre en masa	200
Coliformes Totales	UFC/g	Siembre en masa	Ausencia
Coliformes Fecales	UFC/g	Siembre en masa	Ausencia
Mohos y Levaduras	UFC/g	Siembre en masa	<10

Observaciones:

Atentamente,



Dra. Gina Álvarez R.
 RESPONSABLE TÉCNICO LABORATORIO



SAQMIC
 Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada

LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS
 QUÍMICOS Y MICROBIOS EN AGUA Y ALIMENTOS

a)



Avenida 9 de Octubre # 12 y Madrid
 Contactanos: ☎0998580374 ☎032 942 322
 Saqmic Laboratorio
 Riobamba - Ecuador

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA MEZCLA DE ALMIDONES		
a) Informe de análisis microbiológico de la mezcla de almidones, Laboratorio SAQMIC.	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar	ELABORADO POR: Daily Caisapanta.	LÁMIN	ESCALA	FECHA
			A		
			8	1:1	04/09/2021

ANEXO I. ELABORACIÓN DEL BIOFILM



a)



b)



c)

NOTAS:

- a) Peso del almidón mezcla 50/50.
- b) Homogenización a baño maría.
- c) Método Casting.

CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:

- Aprobado
- Certificado
- Información
- Preliminar
- Por aprobar
- Por calificar

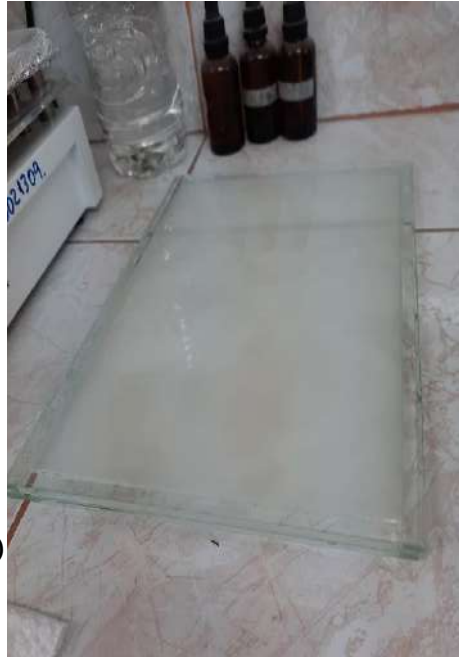
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

ELABORADO POR:
 Daily Caisapanta.

ELABORACIÓN DEL BIOFILM CON LA MEZCLA DEL ALMIDÓN DEL MAÍZ (*Zea mays L.*) DE GRANO BLANCO Y PAPA CHOLA (*Solanum tuberosum l.*)

LÁMINA	ESCALA	FECHA
9	1:4	11/09/2021

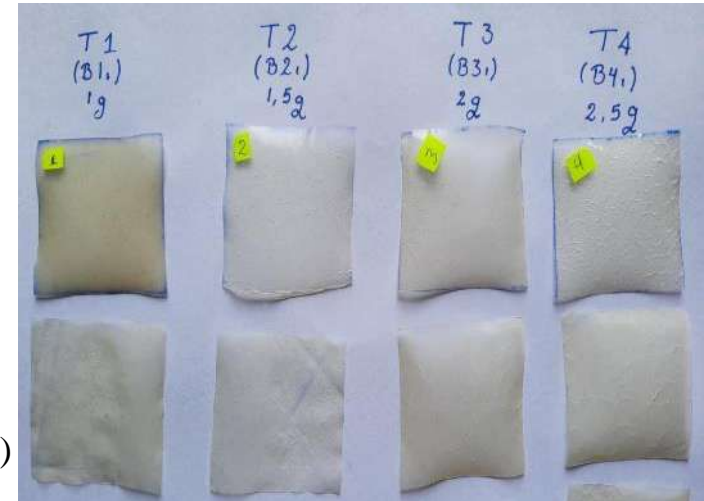
ANEXO J. RESULTADOS DEL BIOFILM



a)



b)



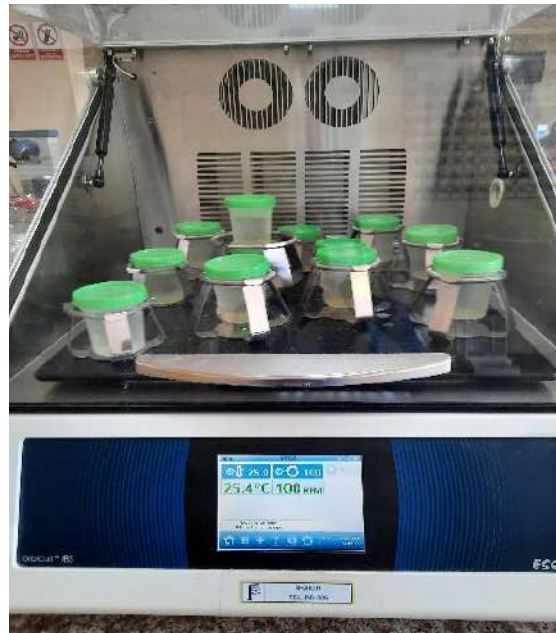
c)

<p>NOTAS:</p>	<p>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p>	<p>RESULTADOS DEL BIOFILM CON LA MEZCLA DEL ALMIDÓN DEL MAÍZ</p>		
<p>a) Secado de Biofilm.</p>	<p><input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar</p>	<p>FACULTAD DE CIENCIAS</p>	<p>(Zea mayz L.) DE GRANO BLANCO Y</p>		
<p>b) Secado de las Muestras por el diseño Experimental.</p>	<p><input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar</p>	<p>CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>PAPA CHOLA (Solanum tuberosum l.)</p>		
<p>c) Biofilm mezcla 50/50 Almidones, Mejores Formulaciones.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar</p>	<p>ELABORADO POR:</p>	<p>LÁMINA</p>	<p>ESCALA</p>	<p>FECHA</p>
<p>Daily Caisapanta.</p>			<p>10</p>	<p>1:3</p>	<p>11/09/2021</p>

ANEXO K. PRUEBAS DEL BIOFILM 1



a)



b)



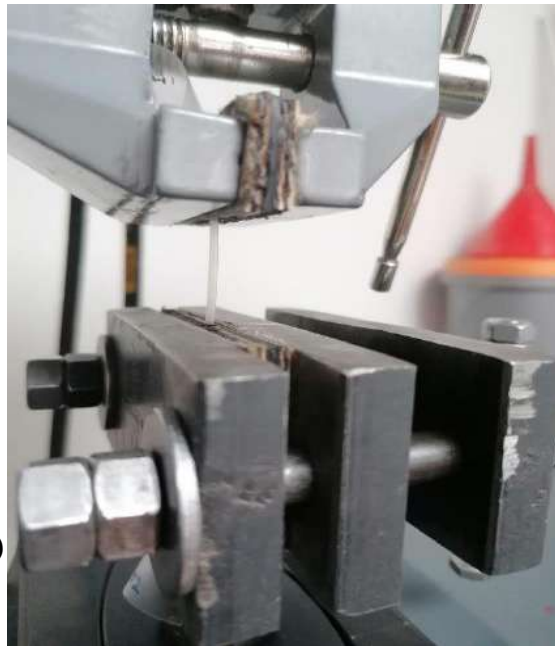
c)

<p>NOTAS:</p>	<p>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p>	<p>PRUEBAS DEL BIOFILM CON LA MEZCLA DEL ALMIDÓN DEL MAÍZ (<i>Zea mays L.</i>) DE GRANO BLANCO Y PAPA CHOLA (<i>Solanum tuberosum l.</i>)</p>		
<p>a) Prueba de Humedad del Biofilm.</p>	<p><input type="checkbox"/> Aprobado</p> <p><input type="checkbox"/> Certificado</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Información</p>	<p><input type="checkbox"/> Preliminar</p> <p><input type="checkbox"/> Por aprobar</p> <p><input type="checkbox"/> Por calificar</p>	<p>FACULTAD DE CIENCIAS</p> <p>CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA</p>		
<p>b) Prueba Solubilidad.</p>	<p>ELABORADO POR:</p> <p>Daily Caisapanta.</p>		<p>LÁMINA</p>	<p>ESCALA</p>	<p>FECHA</p>
<p>c) Prueba Permeabilidad.</p>			<p>11</p>	<p>1:4</p>	<p>14/09/2021</p>

ANEXO L. PRUEBAS DEL BIOFILM 2



a)



b)



c)

NOTAS:

- a) Se coloca de la muestra.
- b) Prueba de Tracción.
- c) Preparación de la muestra para Biodegradabilidad.

CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Aprobado | <input type="checkbox"/> Preliminar |
| <input type="checkbox"/> Certificado | <input type="checkbox"/> Por aprobar |
| <input checked="" type="checkbox"/> Información | <input type="checkbox"/> Por calificar |

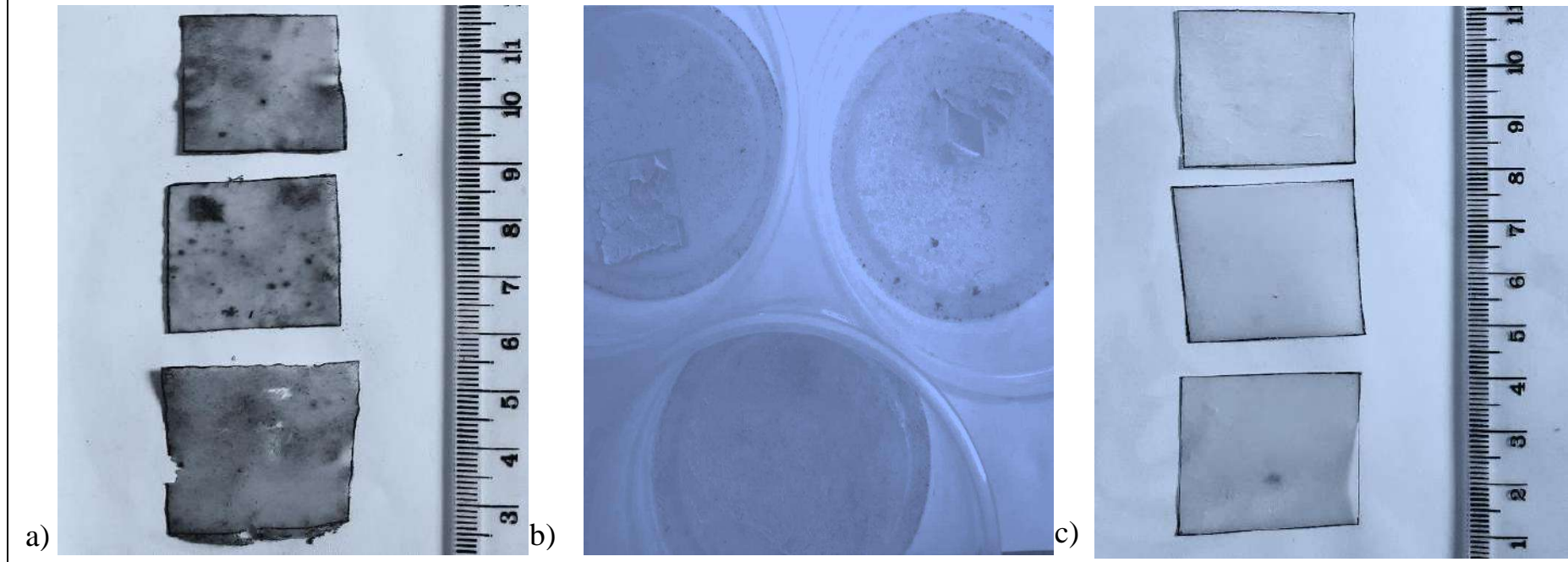
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

ELABORADO POR:
Daily Caisapanta.

PRUEBAS DEL BIOFILM CON LA
MEZCLA DEL ALMIDÓN DEL MAÍZ
(*Zea mays L.*) DE GRANO BLANCO Y
PAPA CHOLA (*Solanum tuberosum l.*)

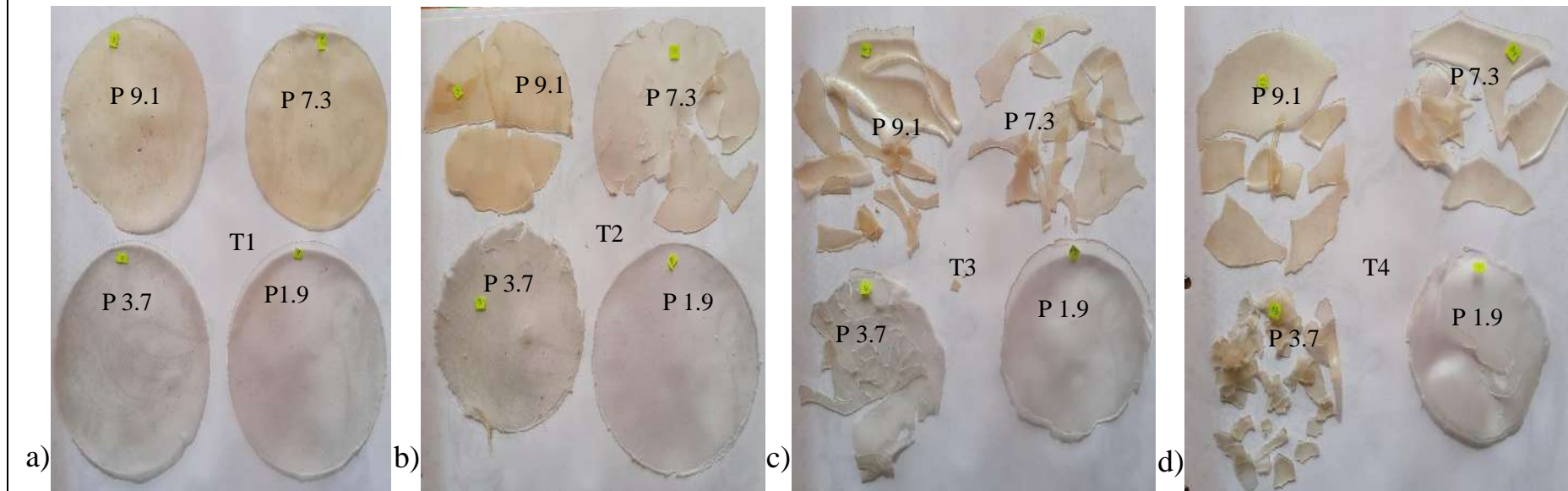
LÁMINA	ESCALA	FECHA
12	1:4	15/09/2021

ANEXO M. BIODEGRADABILIDAD DE LAS FORMULACIONES



NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	BIODEGRADABILIDAD DE LAS FORMULACIONES		
a) Biodegradabilidad en Suelo. b) Biodegradabilidad en Agua. c) Biodegradabilidad en Ambiente.	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar	FACULTAD DE CIENCIAS CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Daily Caisapanta.			
			13	1:2	10/10/2021

ANEXO N. BIOFILM A DIFERENTES PORCENTAJES



NOTAS:

- a) Biofilm Mezcla porcentual T1
- b) Biofilm Mezcla porcentual T2
- c) Biofilm Mezcla porcentual T3
- d) Biofilm Mezcla porcentual T4

CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:

- Aprobado
- Certificado
- Información
- Preliminar
- Por aprobar
- Por calificar

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

ELABORADO POR:

Daily Caisapanta.

**BIOFILM DE LA MEZCLA DE
ALMIDÓN DEL MAÍZ (*Zea mays L.*) DE
GRANO BLANCO Y PAPA CHOLA
(*Solanum tuberosum l.*) A DIFERENTES
PORCENTAJES.**

LÁMINA	ESCALA	FECHA
14	1:2	17/09/2021

ANEXO O. RECUBRIMIENTO EN ALIMENTOS

Observaciones: 	Día: 0 Olor: Se presenta fresca cada fruta. Color: Característico de cada fruta.		Observaciones: 	Día: 8 <table border="1"> <tr> <th>Con Biofilm</th> <th>Sin Biofilm</th> </tr> <tr> <td> Olor: Característico de cada fruta leve. </td> <td> Característico de cada fruta a excepción de la mora con moho. </td> </tr> <tr> <td> Color: Sin presencia de moho a excepción de la envoltura en mora. </td> <td> Característica de cada fruta a excepción de la mora quien presenta alto contenido de moho. </td> </tr> <tr> <td> Textura: Firme y lisa con leve presencia de deshidratación. </td> <td> La mora con envoltura presenta moho, el resto levemente presenta deshidratación. </td> </tr> </table>		Con Biofilm	Sin Biofilm	Olor: Característico de cada fruta leve.	Característico de cada fruta a excepción de la mora con moho.	Color: Sin presencia de moho a excepción de la envoltura en mora.	Característica de cada fruta a excepción de la mora quien presenta alto contenido de moho.	Textura: Firme y lisa con leve presencia de deshidratación.	La mora con envoltura presenta moho, el resto levemente presenta deshidratación.								
	Con Biofilm	Sin Biofilm																			
Olor: Característico de cada fruta leve.	Característico de cada fruta a excepción de la mora con moho.																				
Color: Sin presencia de moho a excepción de la envoltura en mora.	Característica de cada fruta a excepción de la mora quien presenta alto contenido de moho.																				
Textura: Firme y lisa con leve presencia de deshidratación.	La mora con envoltura presenta moho, el resto levemente presenta deshidratación.																				
Observaciones: 	Día: 4 <table border="1"> <tr> <th>Con Biofilm</th> <th>Sin Biofilm</th> </tr> <tr> <td> Olor: Característico o de cada fruta. </td> <td> Característico de cada fruta a excepción de la mora. </td> </tr> <tr> <td> Color: de cada fruta. </td> <td> De cada fruta a excepción de la mora con moho. </td> </tr> <tr> <td> Textura: Firme y rígida. </td> <td> Suave y frágil. </td> </tr> </table>		Con Biofilm	Sin Biofilm	Olor: Característico o de cada fruta.	Característico de cada fruta a excepción de la mora.	Color: de cada fruta.	De cada fruta a excepción de la mora con moho.	Textura: Firme y rígida.	Suave y frágil.	Observaciones: 	Día: 11 <table border="1"> <tr> <th>Con Biofilm</th> <th>Sin Biofilm</th> </tr> <tr> <td> Olor: Casi no se percibe el olor a mora. </td> <td> Cada fruta empieza a deshidratarse y la mora posee alto contenido en moho. </td> </tr> <tr> <td> Color: Se observa la presencia de moho en el recubrimiento en mora. </td> <td> Se presencia deshidratación en cada fruta de forma leve. </td> </tr> <tr> <td> Textura: Firme en cada fruta y suave en la mora. </td> <td> Alta presencia de moho en la mora, y el resto suave. </td> </tr> </table>		Con Biofilm	Sin Biofilm	Olor: Casi no se percibe el olor a mora.	Cada fruta empieza a deshidratarse y la mora posee alto contenido en moho.	Color: Se observa la presencia de moho en el recubrimiento en mora.	Se presencia deshidratación en cada fruta de forma leve.	Textura: Firme en cada fruta y suave en la mora.	Alta presencia de moho en la mora, y el resto suave.
	Con Biofilm	Sin Biofilm																			
Olor: Característico o de cada fruta.	Característico de cada fruta a excepción de la mora.																				
Color: de cada fruta.	De cada fruta a excepción de la mora con moho.																				
Textura: Firme y rígida.	Suave y frágil.																				
Con Biofilm	Sin Biofilm																				
Olor: Casi no se percibe el olor a mora.	Cada fruta empieza a deshidratarse y la mora posee alto contenido en moho.																				
Color: Se observa la presencia de moho en el recubrimiento en mora.	Se presencia deshidratación en cada fruta de forma leve.																				
Textura: Firme en cada fruta y suave en la mora.	Alta presencia de moho en la mora, y el resto suave.																				
NOTAS: a) Recubrimiento en el día 0, 4, 8 y 11.	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA: <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar		ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Daily Caisapanta.		RECUBRIMIENTO EN ALIMENTOS <table border="1"> <tr> <th>LÁMINA</th> <th>ESCALA</th> <th>FECHA</th> </tr> <tr> <td>15</td> <td>1:2</td> <td>17/09/2021</td> </tr> </table>		LÁMINA	ESCALA	FECHA	15	1:2	17/09/2021									
LÁMINA	ESCALA	FECHA																			
15	1:2	17/09/2021																			

ANEXO P. PRUEBA DE TRACCIÓN T1



Ing. J. Anibal Viñan B. MsC.

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYO DE TRACCIÓN	
Denominación: RG 18 - 1 N° 01	
SOLICITADO POR:	Daily Anibel Caisapanta Pozluisa
PROYECTO DE TESIS:	"ELABORACIÓN DE UN BIOFILM CON EL ALMIDÓN DE LA MEZCLA DE MAÍZ (Zea mays L.) DE GRANO BLANCO Y PAPA CHOLA (Solanum tuberosum L.) PARA EL USO COMO RECUBRIMIENTO EN ALIMENTOS"
DIRECCION:	ESPOCH - FAC. DE CIENCIAS CARRERA DE INGENIERIA QUÍMICA
TIPO DE MATERIAL:	BIOPLASTICO
MATERIAL:	LÁMINA DE PLÁSTICO
FECHA DE FABRICACIÓN:	2021 - 08
NORMA UTILIZADA:	NTE INEN 2635:012
FECHA DE ENSAYO:	3-sep-21
EQUIPO UTILIZADO: MAQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS - WAW600B	
MARCA: JINAN LIANGONG TESTING TECHNOLOGY CO., LTD	
SERIE: 7136 CERTIFICADO: LNM-F-201650006-COD IDENT: M2	
DESIGNACIÓN DEL MATERIAL	T1
CARACTERÍSTICA	TRANSPARENTE
ESPESOR [mm]	0.09
ANCHURA [mm]	6.90
LONGITUD INICIAL [mm]	25.00
SECCION TRANSVERSAL [mm ²]	0.62
MODULO DE ELASTICIDAD [MPa]	3.802 E+01
CARGA DE FLUENCIA [N]	2.20
ESFUERZO DE FLUENCIA [MPa]	3.55
CARGA MAXIMA [N]	2.44
ESFUERZO MAXIMO [MPa]	3.93
PORCENTAJE DE ELONGACION [%]	5.40
OBSERVACIONES:	

Aprobado por:

Ing. Anibal Viñan B. M.Sc.
 GERENTE DEL LABORATORIO
 ENSAYO DE MATERIALES

a)

Documento válido únicamente con el sello de la Empresa. El laboratorio no se responsabiliza por la reproducción parcial o total de este documento.

1/1

Dir: Calle Roma N°7 y Padua, Cda Politécnica

Tel: 032924420 - Cel: 0987240955

email: jvinan54@lenmav.com
 Riobamba - Ecuador

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA: <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar	DEL ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Daily Caisapanta.	PRUEBA DE TRACCIÓN T1		
			LÁMINA	ESCALA	FECHA
a) Formulación 1			16	1:1	17/09/2021

ANEXO Q. PRUEBA DE TRACCIÓN T2



Ing. J. Anibal Viñán B. MsC.

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYO DE TRACCIÓN	
Denominación: RG 1B - 1	
N° 02	
SOLICITADO POR:	Daly Anabel Caisapanta Pontusa
PROYECTO DE TESIS:	ELABORACION DE UN BIOFILM CON EL ALMIDÓN DE LA MEZCLA DE MAÍZ (Zea mays L.) DE GRANO BLANCO Y PAPA CHOLA (Solana tuberosum L.) PARA EL USO COMO RECUBRIMIENTO EN ALIMENTOS*
DIRECCION:	ESPOCH - FAC. DE CIENCIAS CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA
TIPO DE MATERIAL:	BIOPLASTICO
MATERIAL:	LÁMINA DE PLÁSTICO
FECHA DE FABRICACIÓN:	2021 - 08
NORMA UTILIZADA:	NTE INEN 2635-012
FECHA DE ENSAYO:	1-sep-21
EQUIPO UTILIZADO: MAQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS - WAW600B	
MARCA: JINAN LIANGONG TESTING TECHNOLOGY CO., LTD	
SERIE: 7136 CERTIFICADO: LNM-F-201650006 CÓD IDENT: M2	
DESIGNACIÓN DEL MATERIAL	T2
CARACTERÍSTICA	TRANSPARENTE
ESPESOR [mm]	0.08
ANCHURA [mm]	6.83
LONGITUD INICIAL [mm]	25.00
SECCION TRANSVERSAL [mm ²]	0.55
MODULO DE ELASTICIDAD [MPa]	2.228 E+01
CARGA DE FLUENCIA [N]	0.47
ESFUERZO DE FLUENCIA [MPa]	0.86
CARGA MAXIMA [N]	0.53
ESFUERZO MAXIMO [MPa]	0.97
PORCENTAJE DE ELONGACION [%]	4.52
OBSERVACIONES:	

Aprobado por:

Ing. Anibal Viñán B. M Sc.
 GERENTE DEL LABORATORIO
 ENSAYO DE MATERIALES

a)

Documento válido únicamente con el sello de la Empresa. El laboratorio no se responsabiliza por la reproducción parcial o total de este documento.

1/1

Dir: Calle Roma N°7 y Padua, Cda Politécnica

Tel: 032924420 - Cel: 0987260955

email: jvinan54@lenmav.com
 Riobamba - Ecuador

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Daily Caisapanta.	PRUEBA DE TRACCIÓN T2		
a) Formulación 2.	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar		LÁMINA	ESCALA	FECHA
			17	1:1	17/09/2021

ANEXO R. PRUEBA DE TRACCIÓN T3



Ing. J. Anibal Viñan B. MsC.

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYO DE TRACCIÓN	
Denominación: RG 18 - 1	
Nº 03	
SOLICITADO POR:	Daily Anabel Caisapanta Perúisa
PROYECTO DE TESIS:	"ELABORACIÓN DE UN BIOFILM CON EL ALMIDÓN DE LA MEZCLA DE MAÍZ (<i>Zea mays</i> L.) DE GRANO BLANCO Y PAPA CHOLA (<i>Solanum tuberosum</i> L.) PARA EL USO COMO RECUBRIMIENTO EN ALIMENTOS"
DIRECCIÓN:	ESPOCH - FAC. DE CIENCIAS CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA
TIPO DE MATERIAL:	BIOPLASTICO
MATERIAL:	LÁMINA DE PLÁSTICO
FECHA DE FABRICACIÓN:	2021 - 08
NORMA UTILIZADA:	NTE INEN 2635:012
FECHA DE ENSAYO:	3-sep-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:	T3
CARACTERÍSTICA:	TRANSPARENTE
ESPESOR [mm]	0.07
ANCHURA [mm]	6.59
LONGITUD INICIAL [mm]	25.00
SECCION TRANSVERSAL [mm ²]	0.46
MODULO DE ELASTICIDAD [MPa]	1.089 E+02
CARGA DE FLUENCIA [N]	1.66
ESFUERZO DE FLUENCIA [MPa]	3.60
CARGA MÁXIMA [N]	1.76
ESFUERZO MÁXIMO [MPa]	3.81
PORCENTAJE DE ELONGACION [%]	2.04
OBSERVACIONES:	

Aprobado por:

Ing. Anibal Viñan B. M.Sc.
 GERENTE DEL LABORATORIO
 ENSAYO DE MATERIALES

Documento válido únicamente con el sello de la Empresa. El laboratorio no se responsabiliza por la reproducción parcial o total de este documento.

1/1

Dirección: Calle Roma N°7 y Padua, Cda Politécnica

Tel: 032924420 - Cel: 0987260955

email: jvinan54@lenmav.com
 Riobamba - Ecuador

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:	DEL	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	PRUEBA DE TRACCIÓN		
a) Formulación 3.	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar	CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA	ELABORADO POR: Daily Caisapanta.	T3		
				LÁMINA	ESCALA	FECHA
				18	1:1	17/09/2021

ANEXO S. PRUEBA DE TRACCIÓN T4



Ing. J. Anibal Viñan B. MsC.

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYO DE TRACCIÓN	
Denominación: RG 18 - 1	
N° 04	
SOLICITADO POR:	Daily Anabel Caisapanta Ponluisa
PROYECTO DE TESIS:	*ELABORACIÓN DE UN BIOFILM CON EL ALMIDÓN DE LA MEZCLA DE MAÍZ (Zea mays L.) DE GRANO BLANCO Y PAPA CHOLA (Solatum tuberosum L.) PARA EL USO COMO RECUBRIMIENTO EN ALIMENTOS*
DIRECCION:	ESPOCH - FAC. DE CIENCIAS CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA
TIPO DE MATERIAL:	BIOPLASTICO
MATERIAL:	LÁMINA DE PLASTICO
FECHA DE FABRICACIÓN:	2021 - 08
NORMA UTILIZADA:	NTE INEN 2635:012
FECHA DE ENSAYO:	3-sep-21
EQUIPO UTILIZADO:	MÁQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS - WAW600B
MARCA:	JINAN LIANGONG TESTING TECHNOLOGY CO., LTD
SERIE:	7136 CERTIFICADO: 1-NM-F-201650006 CÓD IDENT: M2
DESIGNACIÓN DEL MATERIAL:	T4
CARACTERÍSTICA:	TRANSPARENTE
ESPESOR [mm]	0.09
ANCHURA [mm]	6.63
LONGITUD INICIAL [mm]	25.00
SECCION TRANSVERSAL [mm ²]	0.60
MÓDULO DE ELASTICIDAD [MPa]	4.968 E+01
CARGA DE FLUENCIA [N]	2.24
ESFUERZO DE FLUENCIA [MPa]	3.75
CARGA MÁXIMA [N]	2.40
ESFUERZO MÁXIMO [MPa]	4.03
PORCENTAJE DE ELONGACION [%]	3.84
OBSERVACIONES:	

Aprobado por:

Ing. Anibal Viñan B. M.Sc.
GERENTE DEL LABORATORIO
ENSAYO DE MATERIALES

a)

Documento válido únicamente con el sello de la Empresa. El laboratorio no se responsabiliza por la reproducción parcial o total de este documento.

1/1

Dir: Calle Roma N°7 y Padua, Cda Politécnica

Tel: 032924420 - Cel: 0987260955

email: jvinan54@lenmav.com
Elobamba - Ecuador

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	PRUEBA DE TRACCIÓN T4		
a) Formulación 4.	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar	CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA	ELABORADO POR:		
			Daily Caisapanta.	LÁMINA	ESCALA
				19	1:1



esPOCH

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: 20 / 06 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Daily Anabel Caisapanta Ponluisa
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Química
Título a optar: Ingeniera Química
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.



1316-DBRA-UTP-2022



Firmado electrónicamente por:
LEONARDO
FABIO MEDINA
NUSTE