



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

**OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE ALMIDÓN
DE MELLOCO ROSADO (*Ullucus tuberosus*) PARA EL
EMBALAJE DE ALIMENTOS.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA QUÍMICA

AUTORA: DANIELA MISHALL MORA CAMPAÑA

DIRECTORA: Ing. LINDA MARIUXI FLORES FIALLOS MSc.

Riobamba – Ecuador

2021

© 2021, Daniela Mishell Mora Campaña

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

Yo, DANIELA MISHHELL MORA CAMPAÑA, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

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

Riobamba, 29 de noviembre del 2021

DANIELA
MISHHELL MORA
CAMPAÑA



Firmado digitalmente por
DANIELA MISHHELL MORA
CAMPAÑA
Fecha: 2022.03.03 10:39:22
-05'00'

Daniela Mishell Mora Campaña

105036014-6

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El trabajo de integración curricular; tipo: Proyecto de Investigación, **OBTENCIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE ALMIDÓN DE MELLOCO ROSADO (*Ullucus tuberosus*) PARA EL EMBALAJE DE ALIMENTOS**, realizado por el señor: **DANIELA MISHHELL MORA CAMPAÑA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Fabian Ernesto Arias Arias PhD.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
**FABIAN
ERNESTO**

2021-11-29

Ing. Linda Mariuxi Flores Fiallos MsC.
**DIRECTORA DE TRABAJO DE
TITULACIÓN**

LINDA
MARIUXI
FLORES
FIALLOS

Firmado digitalmente por:LINDA
MARIUXI FLORES FIALLOS
DN: cn=LINDA MARIUXI
FLORES FIALLOS o=EC
o=SECURITY DATA S.A. 1
ou=ENTIDAD DE
CERTIFICACION DE
INFORMACION
Motivo: Soy el autor de este
documento
Ubicación:
Fecha:2022-03-02 15:39:05:00

2021-11-29

Ing. Marco Raúl Chuiza Rojas MsC.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
**MARCO RAUL
CHUIZA**

2021-11-29

DEDICATORIA

Se la dedico a mi madre quien siempre ha estado acompañándome en todo momento y apoyándome cada que lo he necesitado, ella me ha enseñado la responsabilidad y la persistencia, gracias a todos los valores inculcados por mi madre y se la dedico también a mi abuelito quien fue muy importante ya que siempre estuvo al pendiente mientras pudo.

Daniela

AGRADECIMIENTO

Agradezco inmensamente el apoyo que me ha brindado mi madre en el transcurso de mi carrera, también a las personas que me han acompañado y me han colaborado en el desarrollo de mis estudios.

Daniela

TABLA DE CONTENIDO

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

CAPÍTULO I

1.	MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	3
1.1.	Antecedentes de la investigación	3
1.2.	Marco Conceptual o Glosario	5
1.2.1.	<i>Producción de materiales sintéticos biodegradables a partir de almidón</i>	5
1.2.2.	<i>Biopolímero</i>	5
1.2.3.	<i>Bioplástico</i>	6
1.2.3.1.	<i>Plastificante</i>	6
1.2.3.2.	<i>Glicerol</i>	7
1.2.4.	<i>Biodegradación</i>	7
1.2.5.	<i>Almidón</i>	7
1.2.5.1.	<i>Amilosa</i>	8
1.2.5.2.	<i>Amilopectina</i>	9
1.2.6.	<i>Mellico</i>	10
1.2.6.1.	<i>Clasificación taxonómica</i>	10
1.2.6.2.	<i>Cultivo del mellico</i>	11
1.2.6.3.	<i>Variedades del mellico</i>	11
1.2.6.4.	<i>Propiedades del mellico</i>	12
1.2.6.5.	<i>Composición química del mellico</i>	12

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	14
2.1.	Objetivos de la Investigación	14
2.1.1.	<i>General</i>	14

2.1.2.	<i>Específicos</i>	14
2.2.	Hipótesis y especificación de variables	14
2.2.1.	<i>Hipótesis General</i>	14
2.2.2.	<i>Hipótesis Específicas</i>	14
2.2.3.	<i>Identificación de Variables</i>	15
2.2.3.1.	<i>Variables Dependientes e Independientes para la obtención del almidón</i>	15
2.2.4.	<i>Variables Dependientes e Independientes para la obtención de la biopelícula</i> .	15
2.2.5.	<i>Operacionalización de Variables</i>	16
2.2.5.1.	<i>Operacionalización de variables para la extracción de almidón</i> .	16
2.1.5.	<i>Matriz de Consistencia</i>	18
2.2.	Tipo de Investigación	20
2.2.1.	<i>Según el objeto de investigación</i>	20
2.2.2.	<i>Según el nivel de profundización</i> .	20
2.2.3.	<i>Según la manipulación de variables</i> .	20
2.2.4.	<i>Según el tipo de interferencia</i>	20
2.2.5.	<i>Según el periodo temporal</i>	20
2.3.	Diseño de la Investigación	21
2.3.1.	<i>Diseño factorial 2k</i>	21
2.3.2.	<i>Descripción de materiales y equipos</i> .	26
2.3.2.1.	<i>Equipos</i>	26
2.3.2.2.	<i>Materiales</i>	26
2.3.2.3.	<i>Reactivos</i>	27
2.4.	Unidad de Análisis	27
2.5.	Población de Estudio	27
2.6.	Tamaño de Muestra	27
2.7.	Selección de Muestra	28
2.8.	Técnicas de Recolección de Datos	28
2.8.1.	<i>Técnica de extracción de almidón melloco rosado (Ullucus tuberosus)</i> .	28
2.8.2.	<i>Técnica de caracterización del almidón del melloco rosado (Ullucus tuberosus)</i>	29
2.8.2.1.	<i>pH</i>	29
2.8.2.2.	<i>Ceniza</i>	29
2.8.2.3.	<i>Humedad</i>	30
2.8.2.4.	<i>Densidad</i>	30
2.8.2.5.	<i>Índice de solubilidad</i>	31
2.8.2.6.	<i>Temperatura de Gelatinización</i>	31

2.8.2.7.	<i>Viscosidad</i>	32
2.8.2.8.	<i>Fibra</i>	32
2.8.2.9.	<i>Proteína</i>	33
2.8.2.10.	<i>Carbohidratos totales</i>	34
2.8.2.11.	<i>Amilosa y amilopectina</i>	34
2.8.2.12.	<i>Análisis microbiológico</i>	34
2.8.3.	<i>Técnica de obtención de bioplástico a partir de almidón de melloco rosado (Ullucus tuberosus)</i>	34
2.8.3.1.	<i>Método de obtención de la biopelícula</i>	34
2.8.4.	<i>Caracterización de la biopelícula obtenida</i>	35
2.8.4.1.	<i>Análisis sensorial</i>	35
2.8.4.2.	<i>Espesor</i>	36
2.8.4.3.	<i>Permeabilidad</i>	36
2.8.4.4.	<i>Solubilidad</i>	37
2.8.4.5.	<i>Humedad</i>	37
2.8.4.6.	<i>Tracción</i>	37
2.8.4.7.	<i>Biodegradabilidad</i>	38

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
3.2.	Resultados	39
3.1.1.	<i>Resultados de la aplicación del diseño experimental 2² para la determinación del tratamiento óptimo según el rendimiento del almidón</i>	39
3.1.2.	<i>Resultado del análisis físico químico y microbiológico proximal del almidón a partir de melloco rosado</i>	41
3.1.3.	<i>Resultados de la determinación del tratamiento óptimo según el diseño factorial de la obtención del bioplástico</i>	42
3.1.4.	<i>Resultados de la caracterización de bioplásticos: ensayos físicos y mecánicos</i> .45	
3.1.4.1.	<i>Análisis sensorial</i>	46
3.1.4.2.	<i>Espesor</i>	46
3.1.4.3.	<i>Contenido de Humedad</i>	47
3.1.4.4.	<i>Solubilidad</i>	48
3.1.4.5.	<i>Permeabilidad</i>	49
3.1.4.6.	<i>Ensayo de tracción</i>	50
3.1.4.7.	<i>Biodegradabilidad</i>	52

3.1.5.	<i>Resultados de la aplicación de la biopelícula en el producto.</i>	55
3.2.	Pruebas de Hipótesis	56
3.2.1.	<i>Determinación de las características óptimas de la biopelícula para embalaje de alimentos.</i>	56
3.2.2.	<i>Determinación de la eficiencia de la utilización del método húmedo en la extracción de almidón, evaluación de 4 tratamientos mediante el uso de un diseño factorial 2², formulación de la biopelícula a base de glicerina y almidón, aplicación de la biopelícula obtenida.</i>	56
3.2.2.1.	<i>Determinación de la eficiencia del método húmedo en la extracción de almidón de melloco rosado.</i>	56
3.2.2.3.	<i>Determinación de la formulación óptima de la biopelícula según la aplicación del diseño factorial 2² con el análisis estadístico ANOVA en función de la glicerina y el almidón.</i>	57
3.2.2.4.	<i>Determinación de la aplicación del bioplástico sintetizado.</i>	58
3.3.	Discusión de resultados	59
3.3.1.	<i>Análisis de resultados de la caracterización del almidón extraído a base de melloco rosado.</i>	59
3.3.2.	<i>Análisis de resultados de la caracterización de la biopelícula obtenida a base de almidón de melloco rosado.</i>	60
3.3.2.1.	<i>Análisis sensorial de la biopelícula.</i>	61
3.3.2.2.	<i>Análisis de determinación de espesor.</i>	61
3.3.2.3.	<i>Análisis del contenido de humedad.</i>	61
3.3.2.4.	<i>Análisis del contenido de solubilidad.</i>	62
3.3.2.5.	<i>Análisis de permeabilidad.</i>	62
3.3.2.6.	<i>Análisis de tracción.</i>	63
3.3.2.7.	<i>Análisis de biodegradabilidad.</i>	64
	CONCLUSIONES	65
	RECOMENDACIONES	66
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Identificación taxonómica del melloco.	10
Tabla 2-1: Composición química del melloco.....	13
Tabla 1-2: Variables dependientes e independientes para la obtención de almidón.	15
Tabla 2-2: Variables dependientes e independientes para la obtención de la biopelícula.	15
Tabla 3-2: Operacionalización de Variables para la extracción de almidón.	16
Tabla 4-2: Operacionalización de Variables para la obtención de la biopelícula.....	17
Tabla 5-2: Matriz de consistencia.	18
Tabla 6-2: Variables y tratamientos para la extracción del almidón con diseño factorial 2^k . ..	22
Tabla 7-2: Determinación de variables para la formulación de la biopelícula.	22
Tabla 8-2: Esquema de tratamientos y repeticiones para la extracción de almidón.	22
Tabla 9-2: Esquema de tratamientos y repeticiones a realizar con los diseños a la 2^k	22
Tabla 10-2: Técnica de extracción del almidón de melloco rosado.	28
Tabla 11-2: Técnica de determinación del pH del almidón.	29
Tabla 12-2: Técnica de determinación de Cenizas por calcinación.	29
Tabla 13-2: Técnica de determinación de humedad.	30
Tabla 14-2: Técnica de determinación de la densidad.	30
Tabla 15-2: Técnica de evaluación de índice de solubilidad.	31
Tabla 16-2: Técnica de la evaluación de T° de gelatinización.....	31
Tabla 17-2: Técnica de evaluación de la viscosidad.....	32
Tabla 18-2: Técnica de determinación de fibra.	32
Tabla 19-2: Técnica de determinación de proteína.	33
Tabla 20-2: Técnica de obtención de la biopelícula.	34
Tabla 21-2: Técnica de determinación de espesor para las diferentes biopelículas obtenidas. ..	36
Tabla 22-2: Técnica de determinación de permeabilidad en la biopelícula.	36
Tabla 23-2: Técnica de determinación de la solubilidad en muestras de las biopelículas.	37
Tabla 24-2: Técnica de determinación de humedad en las biopelículas obtenidas.	37
Tabla 25-2: Técnica de determinación de la biodegradabilidad a las biopelículas obtenidas. ...	38
Tabla 1-3: Aplicación del diseño experimental 2^2 para la determinación del tratamiento óptimo según el rendimiento del almidón.....	40
Tabla 2-3: Análisis de resultados ANOVA de la extracción de almidón.	41
Tabla 3-3: Análisis físico químico y microbiológico proximal del almidón de melloco rosado.	41
Tabla 4-3: Resultado de las cantidades a usar en cada formulación para las biopelículas.	43
Tabla 5-3: Resultado del análisis factorial 2^2 de la obtención de las biopelículas.....	44

Tabla 6-3: Análisis ANOVA de resultados de la formulación de la biopelícula.....	45
Tabla 7-3: Resultados del análisis sensorial de las biopelículas en las 4 formulaciones.....	46
Tabla 8-3: Resultados del ensayo de determinación de espesor de las biopelículas.	46
Tabla 9-3: Resultados del ensayo de humedad de las biopelículas para los 4 tratamientos.	47
Tabla 10-3: Resultados del ensayo de solubilidad para las biopelículas.	48
Tabla 11-3: Resultados del ensayo de permeabilidad para las biopelículas obtenidas.	49
Tabla 12-3: Resultados del ensayo de tracción para cada tratamiento.....	50
Tabla 13-3: Resultados de biodegradabilidad en medio acuoso.	52
Tabla 14-3: Resultados de la apariencia de la biodegradación en medio acuoso.....	53
Tabla 15-3: Resultados de biodegradabilidad en el suelo.....	53
Tabla 16-3: Resultados de la apariencia de la biodegradación en medio anaerobio.	54
Tabla 17-3: Resultados de biodegradabilidad en medio aerobio.	54
Tabla 18-3: Análisis sensorial del alimento recubierto y el blanco.	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Esquema de la amilosa.	9
Figura 2-1: Esquema de la amilopectina.	9
Figura 3-1: Variedades del melloco.	12
Figura 1-2: Ejemplo de diseño experimental 2^2	21
Figura 2-2: Diagrama de flujo del procedimiento para la extracción de almidón.	24
Figura 3-2: Diagrama de flujo para la elaboración de la biopelícula.	25
Figura 1-3: Tratamientos en la obtención de almidón de melloco rosado.	41
Figura 2-3: Biopelícula obtenida aplicando el F4.	45
Figura 3-3: Ensayo de tracción realizado en el tratamiento 3.	52

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3: Análisis gráfico del espesor en las biopelículas obtenidas.	47
Gráfico 2-3: Análisis gráfico de la humedad obtenida en las diferentes biopelículas.	48
Gráfico 3-3: Análisis gráfico de la solubilidad obtenida en las diferentes biopelículas.	49
Gráfico 4-3: Análisis gráfico de la permeabilidad obtenida en las diferentes biopelículas.	50
Gráfico 5-3: Análisis gráfico del espesor vs esfuerzo máximo.....	51
Gráfico 6-3: Análisis gráfico espesor vs % elongación.	51
Gráfico 7-3: Análisis gráfico de la biodegradabilidad en medio acuoso.....	53
Gráfico 8-3: Análisis gráfico de la biodegradabilidad en medio anaerobio.	54
Gráfico 9-3: Análisis gráfico de la biodegradabilidad en medio aerobio.....	55

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: EXTRACCIÓN DEL ALMIDÓN DE MELLOCO ROSADO (*Ullucus tuberosus*)

ANEXO B: EXTRACCIÓN DEL ALMIDÓN DE MELLOCO ROSADO (*Ullucus tuberosus*)

ANEXO C: CARACTERIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE MELLOCO ROSADO (*Ullucus tuberosus*)

ANEXO D: CARACTERIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE MELLOCO ROSADO (*Ullucus tuberosus*)

ANEXO E: FORMULACIÓN DE LAS BIOPELÍCULAS A BASE DE ALMIDÓN DE MELLOCO EXTRAÍDO

ANEXO F: CARACTERIZACIÓN DE LAS BIOPELÍCULAS OBTENIDAS A PARTIR DE ALMIDÓN DE MELLOCO ROSADO

ANEXO G: APLICACIÓN DE LA BIOPELÍCULA OBTENIDA

ANEXO H: INFORME DE DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AMILOSA POR EL INIAP

ANEXO I: INFORME DE ENSAYO DE TRACCIÓN PARA LA PROBETA 1

ANEXO J: INFORME DE ENSAYO DE TRACCIÓN PARA LA PROBETA 2

ANEXO K: INFORME DE ENSAYO DE TRACCIÓN PARA LA PROBETA 3

ANEXO L: INFORME DE ENSAYO DE TRACCIÓN PARA LA PROBETA 4

ANEXO M: INFORME DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL ALMIDÓN DE MELLOCO ROSADO (*Ullucus tuberosus*)

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue obtener una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*) para el uso en el embalaje de alimentos. Se inició con la extracción de almidón del melloco rosado, en donde se usó el método húmedo, que consiste en clasificar el producto, limpiar, trocear, licuar, filtrar, sedimentar, decantar y secar. Para identificar cual fue el tratamiento óptimo en la extracción del almidón se aplicó el diseño factorial 2^2 tomando como variables independientes: la velocidad de la trituradora que viene en revoluciones por minuto (RPM) y el tiempo de licuado medido en segundos. Luego de la extracción se procedió a la caracterización del almidón, para lo cual se determinaron las propiedades físico químicas y microbiológicas como: el pH, ceniza, humedad, solubilidad, densidad, viscosidad, fibra, proteína, entre otras. Posterior a esta caracterización se formuló las biopelículas aplicando el diseño Factorial 2^2 tomando como variables independientes: la cantidad en mililitros de glicerina (de 0,5 a 1 ml) y agua (de 30 a 40 ml), finalmente se determinó algunas características de la biopelícula como: el espesor, análisis sensorial, humedad, solubilidad en agua, permeabilidad al vapor de agua, tracción, biodegradabilidad. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) a cada uno de los resultados obtenidos en cada diseño, determinando que el mejor tratamiento de extracción de almidón fue con velocidad baja (RPM baja) y 45 s de tiempo de licuado, mientras que la formulación óptima de la biopelícula fue la que contiene 0,5 ml de glicerina y 40 ml de agua; la caracterización del almidón afirmó la factibilidad para la formulación de la biopelícula. A partir del análisis de resultados y comparación con el trabajo de varios autores, se estableció que la biopelícula obtenida es fiable en la aplicación en embalaje de alimentos con una adecuada permeabilidad al vapor de agua y características sobresalientes.

Palabras clave: <INGENIERÍA QUÍMICA>, <BIOPELÍCULA>, <MELLOCO ROSADO (*Ullucus tuberosus*)>, <ALMIDÓN>, <MÉTODO HUMEDO>, <REVOLUCIONES POR MINUTO>.

LEONARDO
FABIO MEDINA
NUSTE

Firmado digitalmente por LEONARDO
FABIO MEDINA NUSTE
Nombre de reconocimiento (DN): c=EC,
o=BANCO CENTRAL DEL ECUADOR,
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE
INFORMACION-ECIBCE, l=QUITO,
serialNumber=0000621485,
cn=LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE
Fecha: 2022.01.26 11:19:52 -05'00'



0127-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

The objective of this research was to obtain a biofilm from starch of pink melloco (*Ullucus tuberosus*) for use in food packaging. It began with the extraction of starch from the pink melloco, where the wet method was used, which consists of the product classifying, cleaning, chopping, liquefying, filtering, sedimenting, decanting and drying. To identify the optimal treatment for starch extraction, a factorial design 2 2 was applied, taking as independent variables: the speed of the grinder in revolutions per minute (RPM) and the liquefaction time measured in seconds. After extraction, starch characterization was carried out, for which the physical-chemical and microbiological properties were determined, such as pH, ash, moisture, solubility, density, viscosity, fiber, protein, among others. After this characterization, the biofilms were formulated applying the Factorial 22 design taking as independent variables: the amount in milliliters of glycerin (from 0.5 to 1 ml) and water (from 30 to 40 ml); finally, some characteristics of the biofilm were determined such as: thickness, sensory analysis, humidity, water solubility, water vapor permeability, traction, biodegradability. A variance analysis (ANOVA) was performed on each of the results obtained in each design, determining that the best starch extraction treatment was with low speed (low RPM) and 45 s of liquefaction time, while the optimal biofilm formulation was the one containing 0.5 ml of glycerin and 40 ml of water; the characterization of the starch affirmed the feasibility for the biofilm formulation. From the analysis of results and comparison with the work of several authors, it was established that the biofilm obtained is reliable in food packaging application with adequate water vapor permeability and outstanding characteristics.

Keywords: <CHEMICAL ENGINEERING>, <BIOFILM>, <PINK MELLOCO (*Ullucus tuberosus*)>, <STARCH>, <WET METHOD>, <REVOLUTIONS PER MINUTE>.

ANA
GABRIELA
REINOSO
ESPINOSA

Firmado
digitalmente por
ANA GABRIELA
REINOSO ESPINOSA
Fecha: 2022.02.09
00:36:36 -05'00'

INTRODUCCIÓN

El uso de plásticos en la actualidad se ha vuelto inevitable, (Mancheno et al., 2016, pp. 53-59) afirma que “los plásticos han reemplazado a otros materiales tradicionales como los metales, cerámicas y maderas, en muchas de sus aplicaciones”.

La producción de plásticos aumentó de 1.5 millones de toneladas en 1950 a 245 millones de toneladas en 2008 para todos los polímeros, incluidos termoplásticos, plásticos termoendurecibles, adhesivos y recubrimientos, pero no fibras sintéticas (Martín, 2010, pp. 5-6).

La generación de desechos de polímeros sintéticos está aumentando a un ritmo alarmante. Los estudios han revelado que menos del 10% de los plásticos sintéticos generados se reciclan. Esto genera preocupaciones sobre la producción de polímeros sintéticos (Velásquez, 2011, p.3).

El Ministerio del Ambiente estima que se recolecta solamente el 46,9% del total de los residuos sólidos urbanos generados en el Ecuador; es decir que 2.553 toneladas diarias; lo anterior expresa que aproximadamente 2.891 toneladas se encuentran dispersas (Acosta, 2005, p. 20).

La utilización de plásticos sintéticos genera la acumulación de los mismos lo que es un problema, debido a que la vida útil de un plástico sintético va desde menos de un año hasta 50 años o más, haciendo que los plásticos se mantengan en la superficie, dañando de esta manera la vista del paisaje, contaminando mares, océanos; la quema de los mismos genera gases tóxicos lo que provoca el daño en la capa de ozono.

Aproximadamente el 4% de las reservas totales de petróleo del mundo son destinadas a la producción de plásticos, pero los volátiles precios del petróleo en los últimos años que se deben a las tensiones políticas en Medio Oriente y África, por lo que las principales regiones productoras de crudo han impulsado la investigación en el área de los bioplásticos. Los cuales se derivan de recursos biológicos como almidón de maíz, tapioca, mandioca, trigo, arroz, etc., que están fácilmente disponibles en grandes cantidades (Saraswat, y otros, 2017 págs. 385-386). Aunque generados a partir de recursos biodegradables, los bioplásticos podrían ser biodegradables o no biodegradables dependiendo de los diferentes métodos de fabricación y propósitos de aplicación. Las materias primas agrícolas comunes recomendadas para la utilización en síntesis de bioplásticos, deben ser ricas en ingredientes principales como el almidón, proteínas y celulosa, con lo que mediante el uso tecnologías químicas y biológicas serán destinados para diversas aplicaciones.

El almidón es un carbohidrato biodegradable, renovable y de bajo costo, que podría extraerse de varios productos agrícolas de manera sencilla y económicamente, se usa ampliamente en alimentos, fabricación de papel y muchas otras industrias (Xu, y otros, 2012 págs. 113-114).

Mediante la adición de plastificantes, como glicerol y sorbitol, se puede termoprocasar el almidón. No necesariamente necesitamos que sea un producto agrícola también se puede utilizar

subproductos y desechos de industrias agrícolas aprovechando así y reduciendo costos en la producción de bioplásticos.

Es por eso que el uso de productos agrícolas económicos como materia prima sería una alternativa prometedora reduciendo el costo de producción de bioplásticos y promoviendo el cuidado de medio ambiente ante la contaminación. Se analizan en detalle dos tipos de bioplásticos, termoplásticos de macromoléculas naturales mediante modificaciones químicas o polimerizaciones de injerto y bioplásticos producidos por fermentación de lignocelulosa, melaza, suero, aceites y otros desechos y subproductos de bajo valor de la industria agrícola, agroalimentaria y de biocombustibles.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Antecedentes de la investigación

En la actualidad la demanda de plásticos de origen fósil ocasionan problemas medio ambientales, debido a su característica no biodegradable es así que la demanda de materiales sostenibles ha incrementado el interés en esta área de investigación en los últimos años, debido a su amplia aplicabilidad en la diversidad de procesos y productos según las características de cada materia prima orgánica (Alves et al., 2020, pp. 1-2).

Existen varias investigaciones que se encargan de emplear materias primas de origen orgánico con porcentajes de almidón óptimo aprovechable a procesos con metodologías industriales aplicándose a nuevos temas de investigación dentro del Ecuador, siendo una alternativa para la producción de bioplásticos.

“Producción de bioplástico a partir de semilla de aguacate almidón reforzado con microcristalino celulosa de fibras de palma de azúcar” (Maulida et al., 2018, p. 382). Este estudio se enfocó en la fabricación de un bioplástico mediante la técnica de fundición en solución. Fue preparado a partir de almidón de semilla de aguacate y reforzado con de fibras de palma de azúcar, mientras que el glicerol funcionó como plastificante y se disolvió celulosa microcristalina en NaOH al 5% (p / v) antes de mezclarla con el almidón plastificado, y finalmente se obtuvo un bioplástico cristalino y con condiciones óptimas.

“Propiedades hídricas y biodegradables de bioplásticos reforzados a base de almidón de yuca” (Méite et al., 2020, pp. 2-3). En esta investigación las propiedades hídricas y de biodegradabilidad de los bioplásticos a base de almidón de yuca reforzados con caolín crudo o arcilla caolinítica tratada a 700 ° C denominada metacaolín se investigaron utilizando agua, determinando pruebas de adsorción y microbiológicas. En donde los bioplásticos no reforzados (BP) y aquellos que contengan 5% en peso una prueba previa de diario caolín crudo (BPKB) o metacaolín (BPMKB) se fabricaron utilizando el método de fundición / evaporación método. Los resultados obtenidos mostraron una disminución en la solubilidad y en la difusión del agua y permeabilidad de los bioplásticos reforzados con arcilla con respecto a los que no tienen refuerzo.

“Influencia de factores naturales en la biodegradación de bioplásticos simples y compuestos a base de almidón de yuca y almidón de maíz” (Zoungnan et al., 2020, pp. 1-2). Este estudio se enfoca en la producción de biopolímeros que no sean peligrosos para el medio ambiente, por tanto, se desarrolla

una alternativa viable a la sustitución de plásticos petroquímicos. Se desarrollan dos bioplásticos a partir de almidón de yuca y almidón de maíz. En donde se obtuvieron los plásticos biodegradables simples a partir de almidón, mientras que los bioplásticos compuestos se desarrollaron añadiendo un ingrediente orgánico extraído a partir de cola cordofila, en donde la degradación del biopolímero se relaciona directamente con el tipo de almidón utilizado, en donde el bioplástico simple a base de yuca se degrada más rápido que el de almidón de maíz.

“Característica de los bioplásticos compuestos de almidón de tapioca y fibra de bagazo de caña de azúcar: efecto del tiempo de duración de la ultrasonicación (Tipo de baño)”(Asrofi et al., 2020, pp. 1-2). Para esta investigación se argumenta que el bioplástico es una alternativa viable para resolver el problema de acumulación y contaminación por residuos plásticos, debido a que el bioplástico es un material ecológico fácil de degradar. Este estudio tiene como objetivo fabricar bioplásticos compuestos a partir de materiales ecológicos, a base de almidón de tapioca y fibra de bagazo de caña de azúcar (SBF). La adición de SBF a la matriz de tapioca sirve como refuerzo del biopolímero, obteniendo como resultado un bioplástico adecuado de acuerdo al efecto del tiempo de duración de la ultrasonicación.

“El desarrollo de la película bioplástica de cáscara de plátano / almidón de maíz: un estudio preliminar”(Fatimah et al., 2017, pp. 1-17). Este estudio se centró en el desarrollo de un biopolímero basado en la mezcla polímeros orgánicos, como lo son la cáscara de plátano y almidón de maíz, para el desarrollo del biofilm se crearon 5 bioplásticos a base de cáscara de plátano con concentraciones de almidón variables siendo este un co-biopolímero. Para la determinación del resultado óptimo se realizaron ensayos de durabilidad.

Se realizó un análisis de las investigaciones y se verificó que la elaboración de bioplásticos tomando en cuenta las propiedades de los diferentes almidones son viables para la obtención de propiedades óptimas para los mismos, debido a la falta de investigaciones del uso de melloco rosado y en la obtención de bioplásticos es factible la aplicación del tema “Obtención de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*) para el embalaje de alimentos”.

1.2. Marco Conceptual o Glosario

1.2.1. Producción de materiales sintéticos biodegradables a partir de almidón

Para dar una solución y disminución del uso de plásticos de origen petrolero se plantea la producción de biopolímeros, para la producción de polímeros orgánicos se plantean investigaciones que se enfocan en la utilización de materiales orgánicos para la elaboración de plásticos biodegradables, que de esta manera se aprovechan los recursos agronómicos y se disminuyen costos.

Las características biodegradables de estos plásticos incentivan un nuevo impacto positivo en la sociedad, de manera que atrae investigadores e industrias al conocimiento de envases biodegradables". Los plásticos capaces de descomponerse se utilizan en una gran variedad de productos fomentando el reciclaje de plásticos.

En la actualidad aproximadamente el 50 % de bioplásticos son elaborados a partir de almidón, debido a que su preparación a base de almidón es simple y se utilizan ampliamente en aplicaciones de envasado, las propiedades de tracción del almidón son adecuadas para la producción de materiales de empaque, y se agrega glicerol al almidón como plastificante, las características requeridas de los bioplásticos se logran ajustando las cantidades de los aditivos (Marichelvam, Jawaid y Asim, 2019, pp. 1-2). El almidón por sí solo no puede procesarse como termoplástico en su forma natural. Es necesario termoplastificar los gránulos de almidón con calentamiento y contándolos con la presencia de agua o glicerol. El termoplástico de almidón (TPS), tiene algunas limitaciones como baja resistencia, sensibilidad a la humedad y fragilidad por retrogradación. Esto se puede superar mezclándolo con polímeros sintéticos o biodegradables (Ravindra, Prakash y Pradeep, 2019, pp. 3833-3843). Pero si se pueden producir mezclas de polímeros sostenibles mezclando TPS con polietileno de baja densidad (LDPE), poliestireno (PS) y polímeros biodegradables como poli (éter de hidroxieéster) (PHEE), (covalerato de polihidroxibutirato) PHBV y poliuretano a base de aceite de ricino, etc (Vinod et al., 2020, p. 11).

1.2.2. Biopolímero

Los biopolímeros se sintetizan a base de recursos biodegradables de materia vegetal, animal, microbiano o fósiles, la estructura del biopolímero es la que lo hace biodegradable siendo fácilmente destruidos por microorganismos (hongos o bacterias) en ambientes biológicamente activos (Er y Huerta, 2019, p. 9).

Los biopolímeros elaborados a base de recursos renovables pueden clasificarse en tres clases de acuerdo a los métodos de producción.

- Extraído de materiales naturales.
- Producido mediante el método clásico de síntesis química a partir de monómeros renovables.
- Producido por biosíntesis bacteriana de materiales naturales (poliéster de polisacáridos).

(Velásquez, 2011, p. 2) afirma que “los biopolímeros son un remplazo de polímeros sintéticos en la preocupación de la conciencia ambiental”.

Según investigaciones realizadas hasta la fecha, muchos polímeros biodegradables como el ácido poliláctico (PLA), poli-hidroxi-alcanoatos (PHA), poli-3-hidroxitirato (PHB), polihidroxi-valerato (PHV) y poli-hidroxi-hexanoato (PHH), gluten, etc., se han producido a partir de recursos renovables. Sin embargo, las propiedades termo mecánicas de los biopolímeros son malas en comparación con los polímeros sintéticos.

A diferencia de los polímeros sintéticos, los biopolímeros tienen la propiedad de biodegradarse, pero este proceso depende de diferentes factores como; la composición, el medio ambiente, el tipo de polímero y los enlaces químicos presentes.

1.2.3. Bioplástico

Los bioplásticos han sido desarrollados desde el principio con el objetivo de eliminar plásticos no degradables, debido a que estos son plásticos degradables de manera ecológica y económica que se encuentran dentro de un ciclo natural y se aferra al método de compostaje.

Cuando los biopolímeros cumplen su función y son desechados, como su nombre lo indican tiene la propiedad de degradarse, reduciendo de esta manera la problemática generada debido a la producción y acumulación de residuos plásticos sintéticos, lo que es beneficioso para el medio ambiente y los seres vivos.

1.2.3.1. Plastificante

La adición de un plastificante a la formación de un film es muy importante debido a que ayuda en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas. Para la elección del plastificante es necesario enfocarse en la compatibilidad con el polímero y con el disolvente a usar. En el caso de los biopolímeros de alginato de sodio, el glicerol es el plastificante que ha demostrado ser muy práctico y eficiente (Alves et al., 2020, pp. 1-2).

El plastificante que se usa comúnmente es el glicerol debido a sus propiedades para la elaboración de biopolímeros. El agua también puede considerarse un buen plastificante, pero no se usa por si sola

debido a que genera productos quebradizos cuando se equilibra con la humedad ambiental, esto sucede porque el agua se evapora (Saraswat et al., 2018, p. 385).

1.2.3.2. Glicerol

Según (Alves et al., 2020, pp. 1-2) “El glicerol se considera un plastificante excelente para la síntesis de biopolímeros debido a que es económico y no es tóxico para la aplicación industrial en alimentos” Además, (Saraswat et al., 2018, p. 385) argumenta que posee un alto punto de ebullición (292°C) y presenta beneficios durante la hidrólisis o transesterificación de lípidos (triglicéridos) en ácidos grasos para la industria del biodiésel se usa ampliamente.

1.2.4. Biodegradación

La biodegradación es un proceso natural por el cual las materias orgánicas en el medio ambiente se convierten en compuestos más simples, mineralizados y redistribuidos a través de ciclos elementales como los ciclos del carbono, nitrógeno y azufre. La biodegradación solo puede ocurrir dentro de la biosfera, los microorganismos juegan un papel central en el proceso de biodegradación (Chandra y Rustgi, 1998, p. 1274).

Este proceso ayuda a que los polímeros no sintéticos vuelvan a la tierra en forma de abono orgánico, sin causar algún problema típico a diferencia de polímeros sintéticos que producen la acumulación excesiva y daño a la flora y fauna.

Según (Haider, y otros, 2019 pág. 53) “se supone que los polímeros biodegradables se mineralizan en agua, dióxido de carbono y biomasa una vez que terminan en el medio ambiente”. Con la problemática de la contaminación ambiental causada por polímeros sintéticos, crece la conciencia de síntesis de plásticos degradables o compostables por lo que en la actualidad ya se han empezado a producir a niveles industriales.

1.2.5. Almidón

El almidón es un polímero de carbohidratos que consta de unidades de anhidroglucosa unidas entre sí por un enlace glucosídico, además constituye una fuente de energía para los seres humanos a nivel mundial produciéndose como carbohidrato de reserva en las plantas. Las fuentes de energía más importantes para los seres humanos son diversos cereales, rizomas, raíces y tubérculos.

El almidón de almacenamiento se produce en los amiloplastos como gránulos discretos con morfología distinta en diferentes plantas, que van desde redondos, ovalados, ovoides o alargados a planos, lenticulares o poliédricos, y tamaños desde submicrones hasta más de 100 μ m de diámetro. El almidón se encuentra en las semillas de cereales (maíz, trigo, arroz, sorgo), en tubérculos (papa), en raíces (yuca, batata, arrurruz), en semillas de leguminosas (frijoles, lentejas, guisantes), frutas (bananas y manzanas y tomates verdes), troncos (palma sago) y hojas (tabaco) (Aristizábal y Sánchez, 2007, p. 33).

Los almidones están formados por amilopectina y amilosa, estos almidones tienen características fisicoquímicas y funcionales únicas. Estas propiedades incluyen la temperatura de gelatinización, retrogradación, solubilidad, poder de hinchamiento, sinéresis y el comportamiento reológico de pastas, geles y films. Estas propiedades están influenciadas por las características estructurales, la forma y la fuente botánica del almidón (Valcárcel-Yamani, Rondán-Sanabria y Finardi-Filho, 2013, pp. 453-464). Según (Li et al., 2020, p. 1) “La amilosa y las moléculas de amilopectina deben determinar las propiedades de retrogradación y pegado del almidón de forma combinada en lugar de forma aislada, similar a los efectos de las estructuras supramoleculares del almidón en la determinación de la digestibilidad *in vitro*”.

1.2.5.1. Amilosa

Según (Aristizábal y Sánchez, 2007, pp. 33) “La amilosa es un polímero lineal que consta de moléculas de glucosa unidas por enlaces glucosídicos α -D-(1 \rightarrow 4)”. La amilosa tiene un rango de peso molecular de aproximadamente esta entre $10^5 - 10^6$, este polímero presenta una estructura helicoidal y puede llegar a estar constituida por entre 1000 y 10000 monómeros de glucosa y posee un grado bajo de ramificación (Copeland et al., 2009, p. 1528).

La amilosa influye en el empaquetamiento de amilopectina en cristales y la organización de las laminillas cristalinas dentro de los gránulos, lo cual es importante para las propiedades relacionadas con la absorción de agua. Las propiedades térmicas y la formación de gel parecen estar influenciadas tanto por el contenido de amilosa como por la arquitectura de amilopectina.

Esquema de la amilosa

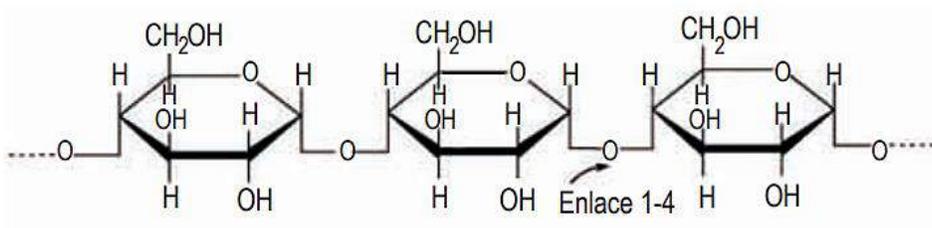


Figura 1-1: Esquema de la amilosa

Fuente: (Aristizábal y Sánchez, 2007, p. 33).

1.2.5.2. Amilopectina

Este es un polímero ramificado formado por cadenas lineales constituidas por 15-35 moléculas de glucosa unidas por enlaces α -D-(1-4), las cadenas se unen entre sí por enlaces α -D-(1-6) en donde se producen los puntos de ramificación de la molécula, también tiene 5-6 por ciento de enlaces α -D-(1-6) y está constituida de alrededor de 100 000 moléculas de glucosa (Aristizábal y Sánchez, 2007, p. 33), gracias a las ramificaciones presentes en la amilopectina la movilidad de los polímeros se reduce e interfiere en la orientación, dando como resultado soles o soluciones claras y estables.

En la Figura 2-1 podemos evidenciar los puntos de ramificación en la amilopectina.

Esquema de la amilopectina

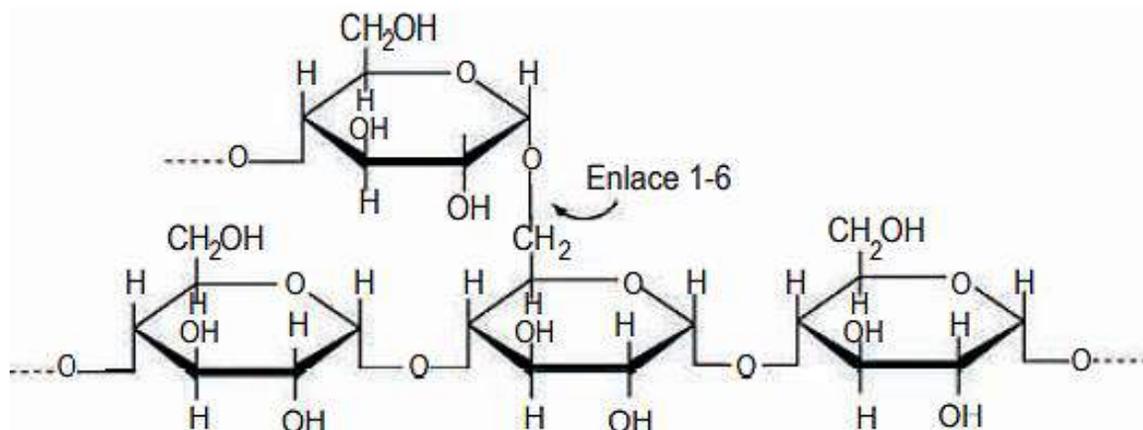


Figura 2-1: Esquema de la amilopectina

Fuente: (Aristizábal y Sánchez, 2007, pp. 33).

1.2.6. *Melloco*

Según (Chasiloa y Toaquiza, 2017, pp. 5-9) “ el melloco es la única especie del género monotípico *Ullucus*, perteneciente a la familia *Basellaceae*, es nativa de la región andina de Sudamérica y es una planta herbácea”.

Es un tubérculo muy importante en el Ecuador, se comercializa en tres regiones del país; Costa, Sierra y Amazonia. En las provincias de Cañar, Chimborazo, Tungurahua, Cotopaxi, Pichincha y Carchi; es en donde se cultiva el melloco en mayor cantidad, que en el resto de la Sierra ecuatoriana. Esta especie es manejada en pequeñas superficies, formando asociaciones con cultivos como: oca, haba, papa o quinua y en muy contadas ocasiones como monocultivo (Caicedo et al., 1994, p. 2).

Este producto agrícola forma parte importante de los sistemas agrícolas andinos al igual que de la alimentación de los ecuatorianos. Pero hay que tener en cuenta que los productores no son vendedores directos, si no que se lo venden a intermediarios quienes se encargan de comercializar el producto en las principales ciudades del país que son Quito, Guayaquil, Cuenca y resto de ciudades capitales de cada provincia, todo esto se debe a que no se considera un cultivo principal, debido a que la especie es manejada como de importancia secundaria (Vimos, Nieto y Rivera, 1993, p. 29).

La coloración de la piel del melloco se debe a pigmentos naturales que a su vez son funcionales y se denominan betalainas, (Chuquilin, Carolim y Teodoro, 2021, p. 367) afirma que “el tono puede diferir claramente de la pulpa en color, la piel puede tener una gran cantidad de colores como amarillo, naranja, rojo, magenta y púrpura, con o sin pecas de color”.

Esta especie posee tubérculos que varían en formas, tamaño, con superficie brillante, pulpa feculenta y mucilaginososa; la coloración de los tubérculos es muy variada y atractiva, de color verde claro, amarillo, con manchas púrpuras (Naranjo et al., 2018, p. 33).

1.2.6.1. *Clasificación taxonómica*

Tabla 1-1: Identificación taxonómica del melloco

División	Espermatofita
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Dicotiledoneas
Orden	Centrospermas
Surborden	Portulacineas
Familia	Basellaceae
Género	<i>Ullucus</i>

Especie	<i>Tuberosus</i>
Subespecies	<i>U. tuberosus. Aborigeneus</i>
	<i>U. tuberosus. Tuberosus</i>

Fuente: (Vimos, Nieto y Rivera, 1993, p. 29).

1.2.6.2. Cultivo del melloco

Los cultivos de melloco se han determinado que en Ecuador se desarrollan entre los 2.600 y 3.800 msnm., aunque su área de cultivo óptimo esta entre los 3.000 y 3.600 m de altitud con temperaturas que oscilan entre los 8 y 14 grados centígrados y con una precipitación anual de 600 a 1.000 mm en promedio (Caicedo et al., 1994, p. 6).

Según (Velásquez, 2011, p. 3) “el cultivo de melloco se desarrolla en un tiempo de 5 a 8 meses dependiendo de la variedad; en zonas altas puede desarrollarse hasta en los 9 meses. Existe una producción promedio entre 5 y 9 toneladas por hectárea y este tubérculo puede ser almacenado durante algunos meses, siempre y cuando este en la sombra”.

1.2.6.3. Variedades del melloco

Según investigaciones se pueden evidenciar 3 tipos de variedades del melloco que se consumen en el Ecuador, siendo estas, el melloco “Quillu” se caracteriza por ser de color amarillo con un contenido alto de mucilago mientras la otra variedad de melloco “Pucca” de color rojo con un contenido menor de mucilago y la variedad melloco “Caramelo” se consume en la provincia de Chimborazo y sus tubérculos son de forma redonda con un color de piel blanco marfil y un color secundario rosado en todo el tubérculo en forma de jaspes (Paredes, 2016, pp. 22-24).



Figura 3-1: Variedades del melloco

Fuente: (Vimos, Nieto y Rivera, 1993, pp. 29).

1.2.6.4. Propiedades del melloco

De acuerdo con investigaciones realizadas se ha determinado que los tubérculos de melloco son una buena fuente de carbohidratos, los tubérculos frescos tienen alrededor de 85 % de humedad, 14 % de almidones y azúcares y entre 1 % y 2 % de proteínas; generalmente tienen alto contenido de vitamina C (Barrera, Tapia y Monteros, 2003, p. 4).

Además, se ha confirmado que, si se modifica este producto como se lo realizaba en la antigüedad, con el proceso conocido como liofilizado, que consiste en congelar el producto por la noche en la helada que se da en épocas de junio a agosto y al día siguiente se deja secar al sol este producto obtendrá valores agregados muy útiles para el consumo y para elaborar productos industriales, además se conserva de mejor manera alargando la vida útil del producto. Pero hay que tener en cuenta que por sí solo el melloco posee propiedades funcionales, pero son más prominentes en las variedades coloreadas (Chuquilin, Carolim y Teodoro, 2021, p. 365).

1.2.6.5. Composición química del melloco

Se han determinado los nutrientes contenidos en una muestra de 100 g de melloco, determinando de esta manera que provee 51 de calorías. A continuación, se presenta la composición química del melloco fresco.

El contenido mineral del tubérculo se ve afectado particularmente por el proceso de cocción, donde el aporte de los microelementos: Hierro (Fe), Cobre (Cu) y Manganeso (Mn), se ven disminuidos en aproximadamente un 14% (Barrera, Tapia y Monteros, 2003, p. 99).

Tabla 2-1: Composición química del melloco

Nutriente	Cantidad
Calorías	51,00
Agua %	85,90
Proteína (g)	1,00
Carbohidratos totales (g)	12,50
Fibra (g)	0,60
Calcio (mg)	3,00
Fósforo (mg)	35,00
Hierro (mg)	0,80
Vitamina B1 (mg)	0,04
Vitamina B2 (mg)	0,02
Vitamina C (mg)	23,00
Niacina (mg)	0,30

Fuente: (Haro, 2011).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Objetivos de la Investigación

2.1.1. *General:*

Obtener una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*) para el embalaje de alimentos.

2.1.2. *Específicos:*

- Obtener el almidón de melloco rosado mediante la utilización del método húmedo, molienda, decantado y tamizado.
- Realizar la formulación de biopelículas a partir del almidón obtenido y aditivos necesarios.
- Validar la biopelícula obtenida recubriendo alimentos para verificar su efectividad.

2.2. Hipótesis y especificación de variables

2.2.1. *Hipótesis General*

La biopelícula obtenida a base de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*) conjuntamente con la adición de aditivos correspondientes, será útil para el embalaje correcto de alimentos conservando de tal manera las características organolépticas del alimento.

2.2.2. *Hipótesis Específicas*

H1: La extracción de almidón a partir del melloco rosado (*Ullucus tuberosus*) será posible utilizando el método húmedo.

H2: El tiempo de trituración y las revoluciones por minuto (RPM) influyen en el rendimiento en peso del almidón obtenido finalmente.

H3: La adición de almidón y glicerina en la formulación de la biopelícula tiene un efecto positivo para la utilización en embalaje de alimentos.

H4: Al recubrir el alimento con la biopelícula y compararlo con un alimento sin recubrimiento será posible la determinación de la conservación de propiedades organolépticas para el alimento recubierto.

2.2.3. *Identificación de Variables*

2.2.3.1. *Variables Dependientes e Independientes para la obtención del almidón*

Tabla 1-2: Variables dependientes e independientes para la obtención de almidón

Variables dependientes	Variables independientes
Obtención del Almidón	Revoluciones por minuto
	Tiempo de trituración

Realizado por: Mora, Daniela, 2021.

2.2.4. *Variables Dependientes e Independientes para la obtención de la biopelícula*

Tabla 2-2: Variables dependientes e independientes para la obtención de la biopelícula

Variables dependientes	Variables independientes
	Porcentaje de agua
Obtención de la biopelícula	Porcentaje de plastificante (glicerina)

Realizado por: Mora, Daniela, 2021.

2.2.5. Operacionalización de Variables

2.2.5.1. Operacionalización de variables para la extracción de almidón

Tabla 3-2: Operacionalización de variables para la extracción de almidón

Variable	Tipo de variable	Definición operacional	Categorización	Indicadores	Instrumentos de medición
Almidón	Dependiente	Obtención final de almidón mediante diferentes métodos.	-	Caracterización física química y microbiológica del almidón.	Análisis proximal
Tiempo de trituración	Independiente	Magnitud física con que se mide la trituración o separación física de materia.	En la extracción de almidón	Segundos (s)	Cronómetro
Revoluciones por minuto	Independiente	Magnitud física que mide el número de giros por unidad de tiempo en el triturado.	Trituración del melloco rosado	Velocidades de la licuadora alta y baja (rpm)	Características de la licuadora

Realizado por: Mora, Daniela, 2021.

2.2.5.2. Operacionalización de Variables para la obtención de la biopelícula

Tabla 4-2: Operacionalización de variables para la obtención de la biopelícula

Variable	Tipo de variable	Definición operacional	Categorización	Indicadores	Instrumentos de medición
Formulación de Biopelícula	Dependiente	Desarrollo y fabricación de un producto por mezcla de la materia prima (almidón) y aditivos.	Porcentajes de formulación	-	Pruebas físico-mecánicas
Porcentaje de agua	Independiente	Porción significativa del material diluyente a usar.	Volumen dependiendo la cantidad de soluto a disolver.	Volumen (ml)	Probeta
Porcentaje de plastificante	Independiente	Cantidad total de glicerina a usar para moldear la mezcla.	-	Volumen (ml)	Probeta

Realizado por: Mora, Daniela, 2021.

2.1.5. Matriz de Consistencia

Tabla 5-2: Matriz de consistencia

TEMA: Obtención y caracterización de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (<i>Ullucus tuberosus</i>) para embalaje de alimentos.				
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL		
¿Se obtendrá un bioplástico con características similares a uno convencional en miras a la suplantación de este a partir del almidón de melloco rosado?	Obtener una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (<i>Ullucus tuberosus</i>) para el embalaje de alimentos.	La biopelícula obtenida a base de almidón de melloco rosado (<i>Ullucus tuberosus</i>) conjuntamente con la adición de aditivos correspondientes, será útil para el embalaje correcto de alimentos conservando de tal manera las características organolépticas del alimento.		
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variables	Técnicas
¿Se obtiene almidón de melloco rosado mediante el método húmedo?	Obtener el almidón de melloco mediante la utilización del método húmedo, molienda, decantado y tamizado.	H1: La extracción de almidón a partir del melloco rosado (<i>Ullucus tuberosus</i>) será posible utilizando el método húmedo.	Variables dependientes -Obtención del almidón. -Obtención de la biopelícula.	-Extracción de almidón por método húmedo.
¿Cómo se determinará las formulaciones idóneas para la obtención de un bioplástico de calidad?	Realizar las formulaciones de biopelículas a partir del almidón obtenido y aditivos necesarios.	H2: La utilización de 4 tratamientos mediante el uso de un diseño factorial 2 ² en la extracción de almidón determina si dicho almidón puede servir como materia prima para la formulación de las biopelículas.	Variables independientes -Tiempo de triturado -Revoluciones por minuto -Porcentaje de agua -Porcentaje de plastificante	-Cálculo del rendimiento. -Formulación de la biopelícula con aditivos y el almidón obtenido.

¿Cómo se determinará la aplicación del bioplástico obtenido?

Validar la biopelícula obtenida recubriendo alimentos para verificar su efectividad.

H3: La adición de almidón y glicerina es importante ya que varía la formulación al obtener el bioplástico para recubrimiento de alimentos.

H4: Al recubrir el alimento con la biopelícula y compararlo con un alimento sin recubrimiento será posible la determinación de la conservación de propiedades organolépticas para el alimento recubierto.

Realizado por: Mora, Daniela, 2021.

2.2. Tipo de Investigación

2.2.1. Según el objeto de investigación

La investigación es aplicada debido a que se recopilan datos en base a la investigación por la parte experimental aplicando la parte teórica generando un conocimiento práctico, como lo es la extracción de un almidón de manera práctica para ser, posteriormente, este usado en la formulación de las biopelículas.

2.2.2. Según el nivel de profundización

Es un tipo de investigación exploratoria debido a que se está investigando acerca de elaborar una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*) algo que no se realizó en la actualidad, se ha tomado como referencia investigaciones realizadas con otras materias primas como son la utilización de la yuca y otros tubérculos en la síntesis de bioplásticos.

2.2.3. Según la manipulación de variables

Siendo una investigación experimental debido a que se deben manipular las variables que van a ser dependientes como independientes en condiciones controladas para la extracción de almidón como para la formulación de la biopelícula.

2.2.4. Según el tipo de inferencia

Según este tipo de investigación es inductiva ya que se basa en investigaciones similares y particulares para poder generalizar y de tal manera recolectar datos reales de dicha investigación creando una nueva teoría.

2.2.5. Según el periodo temporal

Es una investigación transversal debido a que se desarrolla en un tiempo de 5 meses en el cual debe determinarse una película biodegradable que debe cumplir con propiedades mecánicas óptimas a partir de un almidón de melloco rosado.

2.3. Diseño de la Investigación

2.3.1. Diseño factorial 2^k

En lo referente al diseño de investigación es de tipo experimental y retrospectivo por tener como principal objeto de estudio la manipulación de variables experimentales en condiciones controladas, lo que resulta útil para evaluar qué modelo de pronóstico debería considerarse más preciso para el desarrollo de esta investigación.

Con un diseño factorial 2^K se estudia el efecto de K factores considerando dos niveles cada uno, y tiene 2^K tratamientos o puntos de diseño. Las k columnas y 2^K renglones que componen la matriz para este diseño, considerando una réplica, se construyen de la siguiente manera: en la primera columna, que corresponde a los niveles del factor A , se alternan signos $+$ y $-$, empezando con $-$ hasta llegar a los renglones; en la segunda columna se alternan dos signos menos con dos signos más; en la tercera, se alternan cuatro signos menos y cuatro signos más, y así sucesivamente hasta la k -ésima columna compuesta por 2^{K-1} signos $-$, seguidos de 2^{K-1} signos $+$. Es decir que se cumple que para 2^K la siguiente condición ($k \leq 5$), con el diseño factorial completo. (Gutiérrez y Salazar, 2008, p. 62).

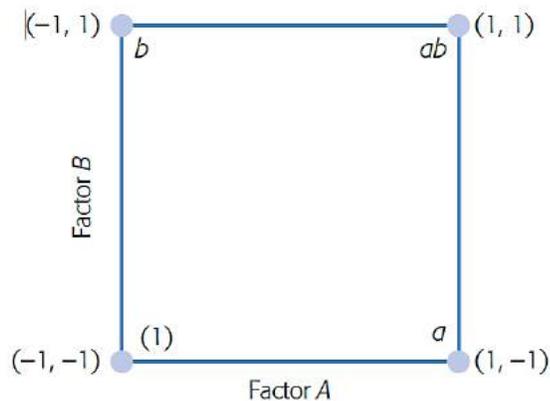


Figura 1-2: Ejemplo de diseño experimental 2^2

Fuente:(Gutiérrez y Salazar, 2008, p. 62).

Para la aplicación del diseño factorial en la extracción de almidón y en la formulación de las biopelículas se van a tener 2 variables en cada tratamiento con 4 repeticiones de cada tratamiento en el cual para el almidón tenemos variables que son el tiempo de trituración y las revoluciones por

minuto y en la formulación de la biopelícula se tienen 2 variables que son el porcentaje de plastificante y la cantidad de agua.

A continuación, se describe el diseño factorial 2^k para la extracción de almidón de melloco y para la formulación de la biopelícula en la Tabla 6-2 y Tabla 7-2 respectivamente.

Tabla 6-2: Variables y tratamientos para la extracción del almidón con diseño factorial 2^k

Variable dependiente	Variables independientes			Tratamientos	TA1	45 (s); baja
					TA2	45 (s); alta
Extracción de almidón	Tiempo de triturado (s)	45	60		TA3	60 (s); baja
	Rpm	Baja	Alta		TA4	60 (s); alta

Realizado por: Mora, Daniela, 2021.

Tabla 7-2: Determinación de variables para la formulación de la biopelícula

Variable dependiente	Variables independientes			Tratamientos	F1	(0,5; 30)
					F2	(0,5; 40)
Formulación de la biopelícula	Porcentaje de plastificante	0,5	1		F3	(1; 30)
	Cantidad de agua (ml)	30	40		F4	(1; 40)

Realizado por: Mora, Daniela, 2021.

Tabla 8-2: Esquema de tratamientos y repeticiones para la extracción de almidón

Tratamientos															
TA1				TA2				TA3				TA4			
R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4

Realizado por: Mora, Daniela, 2021.

En donde:

TA1: TA2: TA3: TA4 = Tratamientos de extracción de almidón 1, 2, 3, 4.

R = Repeticiones

Tabla 9-2: Esquema de tratamientos y repeticiones a realizar con los diseños a la 2^k

Formulaciones															
F1				F2				F3				F4			
R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4

Realizado por: Mora, Daniela, 2021.

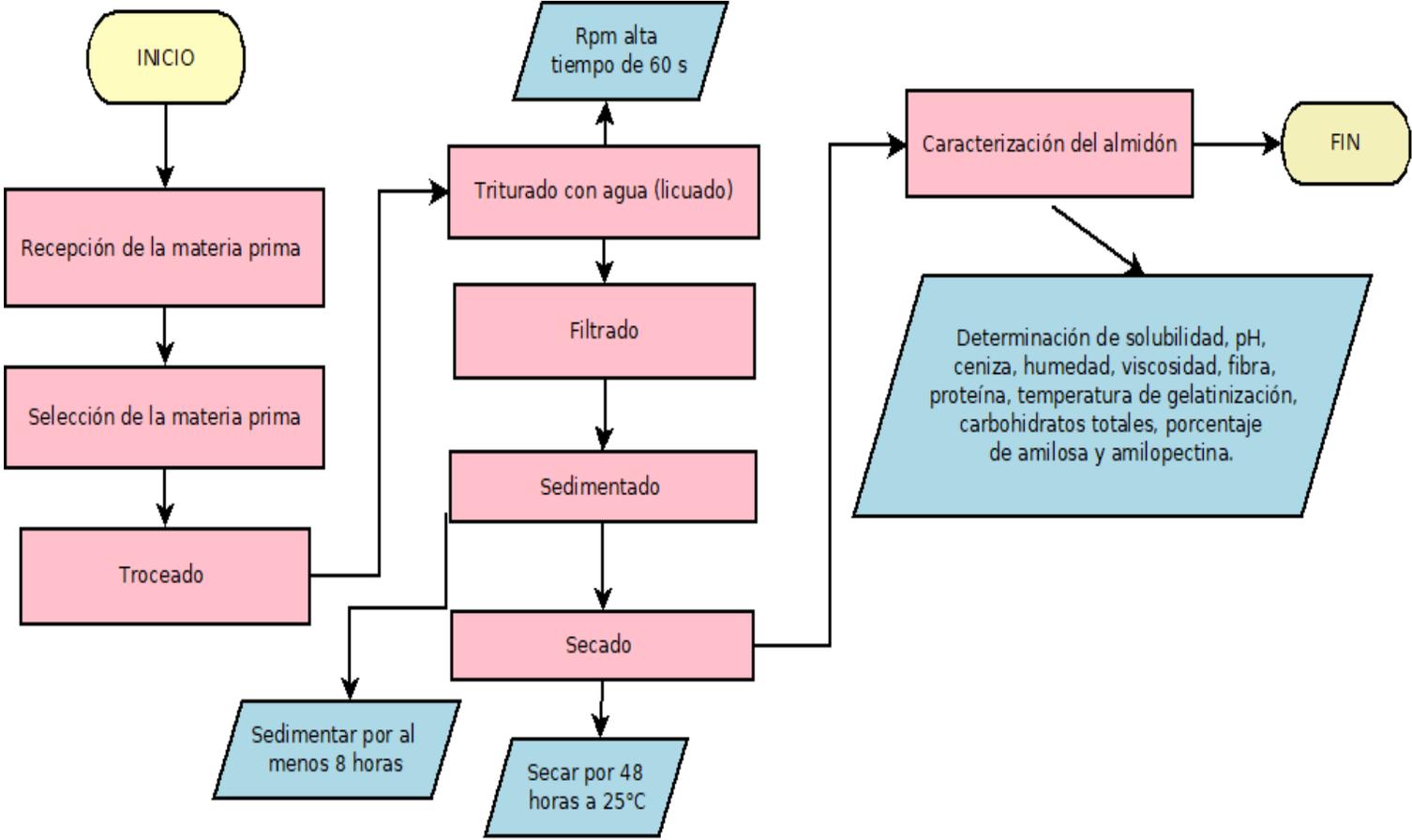
En donde:

F1: F2: F3: F4 = Formulaciones de biopelículas 1, 2, 3, 4.

R = Repeticiones

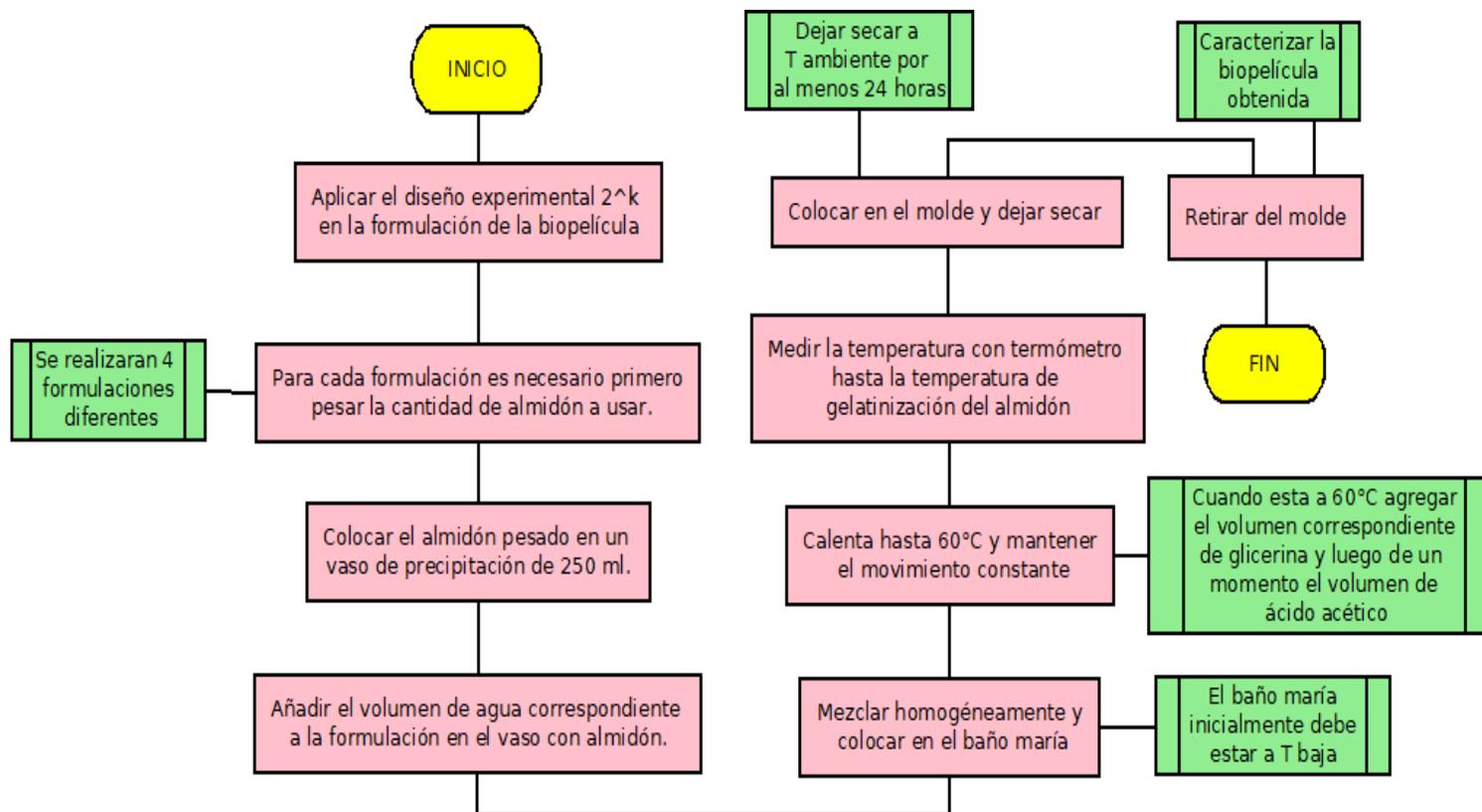
En las siguientes figuras se detallará los procedimientos a llevar a cabo que están caracterizados por el diseño factorial 2^k y el diseño de mezclas de dos componentes, extracción de almidón y obtención de la biopelícula en las figuras 2-2 y 3-2 respectivamente.

Figura 2-2: Diagrama de flujo del procedimiento para la extracción de almidón



Realizado por: Mora, Daniela, 2021.

Figura 3-2: Diagrama de flujo para la elaboración de la biopelícula



Realizado por: Mora, Daniela, 2021.

2.3.2. Descripción de materiales y equipos

Para el desarrollo de la parte práctica de este trabajo de investigación se han puesto a disposición los laboratorios de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en la Facultad de Ciencias, en donde se obtendrán datos referentes a la caracterización del almidón, la formulación y caracterización de la biopelícula obtenida, teniendo en cuenta que se usó de materia prima el melloco rosado (*Ullucus tuberosus*), un tubérculo de gran importancia en el consumo alimenticio de los ecuatorianos. Para dichos procesos se ha utilizado equipos los cuales van a describirse adelante:

2.3.2.1. Equipos:

- Balanza analítica digital, marca OHAUS EXPLORER, modelo EX623. Serie: B704630506, Max 220 g, min 0,0001 mg.
- Estufa, marca ESCO, modelo Isotherm OFA-54-8, Máx. Temp. 300 °C / 572 °F, volumen 115 L, serial 2015-T01866.
- Mufla, marca THERMO SCIENTIFIC, modelo FB1415M, Máx. Temp. 1200 °C (2192 °F), Serie: 0146448301170117.
- Viscosímetro PCE-RVI 10, rango de medición de 1 a 2.000.000 mPa·s, tiene una precisión de $\pm 1,0$ %. Precisión: $\pm 1,0$ % del fondo escala ajustado.
- pHmetro Orion Star-A1215, los Medidores de Banco de pH Thermo Scientific Orion Star A111 combinan sencillez con precisión para aplicaciones específicas de pH, rango: -2.00 a 16.00.
- Licuadora, marca oster 14 Speed 6694.

2.3.2.2. Materiales:

- Varilla de agitación.
- Crisoles.
- Cápsulas de porcelana.
- Probetas de 10 mL, 50 mL, 100 mL.
- Vasos de precipitación de vidrio de 100 mL, 250 mL, 500 mL.
- Papel filtro.
- Espátula.
- Reverbero.
- Malla.

- Papel de aluminio.
- Tamiz N°106.
- Cajas Petri.
- Fundas Ziploc.

2.3.2.3. *Reactivos:*

- Lugol
- Agua destilada
- Glicerina
- Ácido acético
- Almidón de melloco
- Melloco.

2.4. Unidad de Análisis

Para la presente investigación la unidad de análisis es: el almidón del melloco rosado el cual será sometido a métodos de ensayo, para la formulación de una biopelícula a partir del porcentaje de almidón y plastificante, así como los ensayos de caracterización de la misma.

2.5. Población de Estudio

La población de estudio para esta investigación corresponde un tipo de población elegida al azar. El sector favorecido con este trabajo es el GRUPO DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO de la ESPOCH (GIADE) ya que se encuentra dentro de la línea de investigación de “Obtención de una biopelícula a partir de almidón de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*) para el embalaje de alimentos”.

2.6. Tamaño de Muestra

Se va a adquirir un total de 25 kg de melloco rosado con el propósito de extraer una cantidad de almidón significativa con el fin de realizar distintas experimentaciones, se realizará por muestreo aleatorio simple para tener una muestra variada en los ensayos experimentales.

2.7. Selección de Muestra

La selección de la muestra se da mediante un método no probabilístico, ya que se obtiene el almidón a partir del melloco rosado mediante el método húmedo el cual consiste en la decantación, eliminación del sobrenadante, secado del almidón a temperatura ambiente para el posterior análisis.

2.8. Técnicas de Recolección de Datos

La investigación se fundamentará en la revisión bibliográfica de artículos de alto impacto a nivel investigativo para el establecimiento de la metodología adecuada a utilizar para la extracción de almidón y elaboración de bioplástico.

2.8.1. Técnica de extracción de almidón melloco rosado (*Ullucus tuberosus*)

Tabla 10-2: Técnica de extracción del almidón de melloco rosado

MÉTODO DE EXTRACCIÓN DEL ALMIDÓN	
Principio	Materiales
El proceso de extracción del almidón por el método húmedo, el que consiste principalmente en extraer por medio de la sedimentación o decantación, a partir de la homogenización y trituración de la materia prima con agua destilada, luego se seca el sedimento a temperatura ambiente para eliminar la humedad.	<ul style="list-style-type: none">• Probetas de 250 ml y 50 ml• Espátula -• Cronómetro• Recipiente de vidrio y plástico• Tela filtrante• Papel aluminio• Fundas abre fácil• Mortero• Vaso de precipitación
Equipos	Reactivos
<ul style="list-style-type: none">• Balanza• Licuadora• Tamiz	<ul style="list-style-type: none">• Agua (ml)• Melloco rosado
Procedimiento	
<ul style="list-style-type: none">• Pesar la materia prima.• Limpiar la materia pesada, removiendo impurezas.• Rebanar el melloco rosado disminuyendo el tamaño para que luego estas puedan ser licuadas.• Licuar el triturado, se licuó en una licuadora marca Oster, a alta velocidad y durante 60 s, para posterior pasar por una tela filtrante, la suspensión obtenida se dejará decantar por 24 h y posteriormente se eliminará el sobrenadante.• Lavar el almidón sedimentado con agua y se deja sedimentar repitiendo este proceso 3 veces.	

- Secar a temperatura ambiente durante 24 horas.
- Moler el almidón en un mortero.

Realizado por: Mora, Daniela, 2021.

2.8.2. Técnica de caracterización del almidón del melloco rosado (*Ullucus tuberosus*)

2.8.2.1. pH

Tabla 11-2: Técnica de determinación del pH del almidón

MÉTODO DE DETERMINACIÓN DEL pH	
Procedimiento	
<ul style="list-style-type: none"> • Pesar 5 gramos de muestra y colocar en un vaso con tapa rosca. • Agregar 25 ml de agua destilada. • Dejar durante 30 min en el Shaker para agitación constante. • Dejar sedimentar durante 20 min. • Retirar con una pipeta pasteur 10 ml de sobrenadante y colocar en un tubo. • Calibrar el pH metro con los buffers indicados. • Medir el pH. 	
Cálculos	
<ul style="list-style-type: none"> • Reportar el valor arrojado por el medidor de pH. 	
Método de ensayo	
Basado en la norma AOAC 943,02 (1943), con modificaciones.	

Realizado por: Mora, Daniela, 2021.

Fuente: (González, Enríquez y Centeno, 2015, pp. 61).

2.8.2.2. Ceniza

Tabla 12-2: Técnica de determinación de cenizas por calcinación

MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE CENIZA POR CALCINACIÓN	
Procedimiento	
<ul style="list-style-type: none"> • Colocar un crisol durante 2 horas aproximadamente en la estufa a 105°C. • Retirar el crisol de la estufa y se deja enfriar en el desecador por 30 min. • Pesar 3 g de muestra en el crisol (el crisol debe estar previamente pesado). • Introducir los crisoles con muestra en la mufla desde una temperatura de 150 hasta que llegue a una temperatura de 550°C. • Retirar cuando el residuo este de color gris o blanco y dejar enfriar en el desecador. • Pesar los crisoles con el residuo. 	
Cálculos	
<ul style="list-style-type: none"> • $\% \text{ ceniza} = \left(\frac{\text{masa del crisol y la muestra calcinada} - \text{masa del crisol vacío}}{\text{masa del crisol y la muestra seca} - \text{masa del crisol vacío}} \right) * 100$ 	
Método de ensayo	
Basado en la norma ISO 2171 (1980), con modificaciones adicionales.	

Realizado por: Mora, Daniela, 2021.

Fuente: (González, Enríquez y Centeno, 2015, pp. 61).

2.8.2.3. Humedad

Tabla 13-2: Técnica de determinación de humedad

MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD	
Procedimiento	
<ul style="list-style-type: none"> • Dejar un crisol durante 2 horas a 105°C en la estufa. • Pesar el crisol frío luego de las 2 horas. • Pesar 3 gramos de muestra en el crisol. • Introducir la muestra en la estufa a 105°C y pesarlo luego de 2 horas. • Repetir el procedimiento hasta peso constante. 	
Cálculos	
<ul style="list-style-type: none"> • Calcular el porcentaje de humedad, de acuerdo con los pesos determinados luego del secado a 105° hasta peso constante. 	
Método de ensayo	
Basado en la norma ISO 1666 (1996), con modificaciones adicionales.	

Realizado por: Mora, Daniela, 2021.

Fuente: (Zaldivar y Cornejo, 2003, pp. 7).

2.8.2.4. Densidad

Tabla 14-2: Técnica de determinación de la densidad

MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD	
Procedimiento	
Densidad aparente del almidón suelto <ul style="list-style-type: none"> • Pesar la probeta graduada vacía. • Colocar almidón hasta que llegue a la marca de 100ml, colocar cuidadosamente el almidón. • Pesar la probeta con el almidón. Densidad aparente del almidón empacado <ul style="list-style-type: none"> • Compactar el almidón, mediante golpeteo durante 10 minutos. • Medir el volumen de la muestra empacada. 	
Cálculos	
<ul style="list-style-type: none"> • $densidad\ aparente\ del\ almidón\ suelto = \frac{[(peso\ probeta+almidón\ suelto)-peso\ probeta\ vacia]g}{100ml}$ • $densidad\ aparente\ de\ almidón\ compacto = \frac{[(peso\ probeta+almidóm\ empacado(g))-peso\ probeta\ vacia\ (g)]}{volumen\ muestra\ empacada\ ml}$ 	
Método de ensayo	
Basado en la norma NTE INEN 524:2013, con modificaciones adicionales.	

Realizado por: Mora, Daniela, 2021.

Fuente: (Aristizábal y Sánchez, 2007, p. 33).

2.8.2.5. Índice de solubilidad

Tabla 15-2: Técnica de evaluación de índice de solubilidad

MÉTODO DE LA EVALUACIÓN DE ÍNDICE DE SOLUBILIDAD	
Procedimiento	
<ul style="list-style-type: none"> • Pesar tubos centrifuga secados a 60°C. • Añadir en tubos de plástico 1,25 gramos en cada tubo. • Adicionar 30 mL de agua precalentada a 60°C en cada tubo agitar sin excederse. • Colocar en baño maría y programar hasta que llegue a 60°C. • Ubicar los tubos con el agua y el almidón en el baño maría durante 30 minutos. • Agitar levemente después de 10 minutos. • Dejar 20 minutos en el baño maría. • Centrifugar por 20 minutos a 3000 RPM. • Retirar de la centrifuga y se toman 10 mL del líquido. • Añadir los 10 mL en un vaso de precipitación. • Dejar en la estufa por 24 horas. • Sacar las muestras y se lo pone en el desecador por 30 min. • Tomar el peso de las muestras. 	
Cálculos	
<ul style="list-style-type: none"> • Determinar como la división entre la cantidad del soluto por cada 100 gramos de solvente. 	
Método de ensayo	
Basado en la norma FAO (Anderson,1969)	

Realizado por: Mora, Daniela, 2021.

Fuente: (FAO, 2015 pág. 13) .

2.8.2.6. Temperatura de Gelatinización

Tabla 16-2: Técnica de la evaluación de T° de gelatinización

MÉTODO DE LA EVALUACIÓN DE T° DE GELATINIZACIÓN	
Procedimiento	
<ul style="list-style-type: none"> • Preparar un baño maría, hasta que alcance el punto de ebullición. • Pesar 5 g de almidón en un vaso de 100 mL. • Añadir 50 mL de agua. • Introducir el vaso de 100 mL en el baño maría con la mezcla, agitar constantemente la mezcla. • Medir con un termómetro la temperatura. 	
Cálculos	
<ul style="list-style-type: none"> • Registrar la temperatura cuando se hace gel. 	
Método de ensayo	
Basado en lo establecido por (Salgado et al., 2019, pp. 93-102).	

Realizado por: Mora, Daniela, 2021.

Fuente: (Aristizábal y Sánchez, 2007, p. 33).

2.8.2.7. Viscosidad

Tabla 17-2: Técnica de evaluación de la viscosidad

MÉTODO DE LA EVALUACIÓN DE VISCOSIDAD	
Procedimiento	
<ul style="list-style-type: none"> • Pesar 25 g de muestra. • Colocar en un vaso de 600 ml. • Añadir 500 mL de agua. • Dejar hervir. • Dejar enfriar hasta llegar a una temperatura de 25°C. • Medir la viscosidad. 	
Cálculos	
<ul style="list-style-type: none"> • Registrar el valor que arroja el viscosímetro. 	
Método de ensayo	
Basado en (Montúfar et al., 2019, p. 36), con modificaciones adicionales.	

Realizado por: Mora, Daniela, 2021.

Fuente: (Aristizábal y Sánchez, 2007, p. 33).

2.8.2.8. Fibra

Tabla 18-2: Técnica de determinación de fibra

MÉTODO DE LA EVALUACIÓN DE FIBRA	
Procedimiento	
<ul style="list-style-type: none"> • Pesar 2 g de muestra seca y desengrasada y colocar en un vaso Berzellius. • Adicionar 250 ml de ácido sulfúrico 1,25 %. • Colocar el vaso en el equipo. • Mantener la ebullición por 30 minutos exactos, desde que empieza a hervir. • Desconectar el vaso del equipo y filtrar al vacío. • Trasvasar el residuo al vaso Berzellius y añadir 250 ml de hidróxido de sodio 1,25 %. • Colocar el vaso con la muestra en el equipo y ajustar el condensador. • Mantener la ebullición por 30 minutos exactos, • Desconectar el vaso, dejar enfriar y filtrar por crisol Gooch conteniendo una capa de lana de vidrio y previamente tarado. • Lavar el vaso junto con el residuo del papel con 250 ml de agua destilada caliente. • Finalmente lavar con 15 ml de hexano o etanol el residuo. • Colocar el crisol de Gooch en la estufa a 105°C durante toda la noche, luego enfriar en el desecador y pesar. • Colocar el crisol en la mufla a 6000°C por media hora, enfriar y pesar. 	
Cálculos	

<ul style="list-style-type: none"> • <i>Calcular respectivamente:</i> • $\%F = \left\{ \left(\frac{P_1 - P}{m} \right) \right\} * 100$ • <i>En donde:</i> • $\%F =$ Fibra cruda en porcentaje en masa. • $P_1 =$ masa del crisol con el residuo desecado en g. • $P =$ masa del crisol + ceniza en g. • $m =$ masa de la muestra luego de secar.
Método de ensayo
Basado en la norma ISO 5498 (1981), con modificaciones adicionales.

Realizado por: Mora, Daniela. 2021.

2.8.2.9. Proteína

Tabla 19-2: Técnica de determinación de proteína

MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA
Procedimiento
<p>Método macroKjendahl:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pesar 0,5 g de la muestra previamente seca en un tubo de digestión macroKjendahl. • Adicionar en el tubo con la muestra 2 g de muestra catalizadora. Adicional añadir 20 ml de ácido sulfúrico concentrado. • Colocar el tubo en el digestor y encender el equipo. Cuando el tiempo llegue a 0 apagar el equipo y dejar enfriar el tubo. • Retirar el tubo del digestor y adicionar 25 ml de agua destilada. • Llevar al tubo al proceso de destilación en donde se colocará un Erlenmeyer de 500 ml con 50 ml de ácido bórico al 4 % y 2 gotas de indicador mixto. • Al finalizar la destilación retirar el erlenmeyer del equipo. • Titular el destilado con HCL 0,1 N hasta observar el color rojo.
Cálculos
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Realizar los cálculos correspondientes:</i> • $\%N = V * N - V' * N' * 100$ <p><i>en donde:</i></p> <p>$\%N =$ Contenido de nitrógeno determinado.</p> <p>$V =$ Volumen, en mL de ácido titulado.</p> <p>$N =$ Normalidad de ácido titulado</p> <p>$V' =$ Volumen de base titulada.</p> <p>$N' =$ Normalidad de la base.</p> <p>$m =$ masa pesada de muestra, miligramos</p>
Método de ensayo
Basado en la norma ISO 1871 (1975), con modificaciones correspondientes.

Fuente:(González, Enríquez y Centeno, 2015, pp. 61).

2.8.2.10. *Carbohidratos totales.*

El extracto no nitrogenado se obtiene restando de 100 la suma de los porcentajes de agua, proteína bruta, cenizas, extracto etéreo y fibra bruta. A veces se usa el término “carbohidratos por diferencia” o “carbohidratos totales”, pero en este último se incluye con frecuencia también la fibra bruta (González, Enríquez y Centeno, 2015, p. 61).

2.8.2.11. *Amilosa y amilopectina*

La determinación del porcentaje de amilosa se lo realizó en el Instituto de Investigaciones INIAP, ubicado en la ciudad de Quito, para el cual se utilizó el método MO-LSAIA-04 y el ensayo se realizó en base seca. Para la obtención del porcentaje de amilopectina se utilizó el porcentaje de amilosa y se hizo la diferencia en 100 encontrando de esta manera el porcentaje total de amilopectina en la muestra de almidón de melloco.

2.8.2.12. *Análisis microbiológico*

El análisis microbiológico se realizó en el laboratorio de aguas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo dirigido por la Técnica Responsable Dr. Gina Álvarez, siguiendo los métodos experimentales correspondientes a la determinación de coliformes totales, coliformes fecales, mohos y levaduras.

2.8.3. *Técnica de obtención de bioplástico a partir de almidón de melloco rosado (Ullucus tuberosus)*

2.8.3.1. *Método de obtención de la biopelícula*

Tabla 20-2: Técnica de obtención de la biopelícula

MÉTODO DE OBTENCIÓN DE LA BIOPELÍCULA	
Principio	Materiales
Obtener un bioplástico a través de la realización de varios ensayos con diferentes composiciones y condiciones de proceso mediante operaciones de mezclado, secado, y posteriormente determinar el porcentaje de elongación, flexibilidad, humedad y así identificar el mejor rendimiento.	<ul style="list-style-type: none">• Vasos de precipitación de 250 ml• Varilla de agitación• Probetas de 250ml y 10ml• Moldes• Espátula• Vidrio de reloj• Pinzas• Termómetro

Equipos	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Baño maría</i> • <i>Estufa</i> • <i>Balanza analítica</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Agua</i> • <i>Glicerina</i> • <i>Ácido acético</i> • <i>Almidón de melloco rosado</i>
Procedimiento	
<ul style="list-style-type: none"> • Colocar en un vaso de precipitados de 250 ml la masa de almidón del melloco rosado. • Agregar y homogenizar, el volumen de agua destilada. • Llevar a baño maría a temperaturas bajas y constante agitación. • Medir la temperatura con el termómetro, cuando este en 60°C, agregar el volumen de glicerina. • Continuamente con movimiento se debe agregar el ácido acético. • Medir hasta que llegue a la temperatura de gelatinización y retirar. • Colocar en el molde y dejar secar. 	

Realizado por: Mora, Daniela. 2021.

2.8.4. Caracterización de la biopelícula obtenida

Luego de haber obtenido la biopelícula de almidón de melloco, se realizó la correspondiente caracterización de la misma en la cual se identificará la permeabilidad, humedad, solubilidad, tracción y entre otras características de la biopelícula.

2.8.4.1. Análisis sensorial

Se realizó el análisis sensorial a las películas obtenidas en la cual se calificarán las características sobresalientes con parámetros organolépticos evaluados individualmente para cada tratamiento. Con el objetivo de determinar un material biodegradable con características apropiadas para usar como embalaje de alimentos.

En donde se valorará las láminas obtenidas mediante los atributos organolépticos más sobresalientes en el cual (Canales Sectoriales Plásticos, 1996) afirma que se debe calificar los parámetros del aspecto que presenta, la textura, la flexibilidad y la resistencia que presentan dichas biopelículas.

2.8.4.2. Espesor

Tabla 21-2: Técnica de determinación de espesor para las diferentes biopelículas obtenidas

MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE ESPESOR	
Procedimiento	
<ul style="list-style-type: none"> • Pesar una muestra de cada biopelícula obtenida con su respectiva repetición, en tamaños de 2,5x2,5 de forma cuadrada. • Tomar el espesor de cada muestra, en 10 puntos diferentes de cada cuadrado, con un micrómetro. 	
Cálculos	
Determinar el promedio de los 10 espesores determinados en cada muestra.	
Método de ensayo	
Basado en la norma INEN 2542 conjuntamente con la norma española UNE-ISO 4593.	

Realizado por: Mora, Daniela. 2021.

2.8.4.3. Permeabilidad

Tabla 22-2: Técnica de determinación de permeabilidad en la biopelícula

MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE PERMEABILIDAD	
Procedimiento	
<ul style="list-style-type: none"> • Activar la sílica gel, hasta que tenga una humedad relativa del 0%. • Colocar las ¾ partes de sílica en los tubos. • Sellar con la biopelícula en un tamaño de 3x3 un tubo garantizando la ausencia de fugas y generar diferencia de presiones. • Ingresar los tubos sellados en el desecador con una humedad relativa de 50 %. • Tomar medidas cada hora, durante 6 horas. 	
Cálculos	
$WVP = \frac{(P_2 - P_1) * e}{t * p_v * (\varphi_2 - \varphi_1)}$	
En donde:	
P_2 : Peso de la lámina final.	
P_1 : Peso de la lámina inicial.	
E: espesor de la lámina.	
T: tiempo de determinación.	
Pv: presión de vapor del proceso.	
φ_1 : Humedad relativa al interior de la celda.	
φ_2 : Humedad relativa de la cámara con NaCl saturado.	
Método de ensayo	
Se basó en la norma ASTM E 96 modificada.	

Realizado por: Mora, Daniela. 2021.

2.8.4.4. Solubilidad

Tabla 23-2: Técnica de determinación de la solubilidad en muestras de las biopelículas

MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE SOLUBILIDAD	
Procedimiento	
<ul style="list-style-type: none"> • Cortar la biopelícula en cuadrados de dimensiones de 2,5x2,5. • Colocar cada muestra en un vaso con 80 ml de agua destilada. • Colocar en el Shaker durante 1 hora a 200 RPM. • Retirar del shaker y dejar secar la película. • Llevar a la estufa a 105°C. • Pesarse hasta peso constante. 	
Cálculos	
$(\%)Solubilidad = \frac{\text{peso inicial seco} - \text{peso final seco}}{\text{peso inicial seco}} * 100$	
Método de ensayo	
Basado en el método gravimétrico, con modificaciones.	

Realizado por: Mora, Daniela. 2021.

2.8.4.5. Humedad

Tabla 24-2: Técnica de determinación de humedad en las biopelículas obtenidas

MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE HUMEDAD	
<ul style="list-style-type: none"> • Dejar un crisol durante 2 horas a 105°C en la estufa. • Pesarse el crisol frío luego de las 2 horas. • Pesarse 3 gramos de muestra en el crisol. • Introducir la muestra en la estufa a 105°C y pesarlo luego de 2 horas. • Repetir el procedimiento hasta peso constante. 	
$\% \text{ de Humedad} = \frac{(m_w - m_d)}{m_w} * 100$	
En donde:	
m_w = peso de las láminas acondicionadas a 75% HR.	
m_d = peso seco de las láminas.	
Método de ensayo	
Basado en la norma técnica ecuatoriana INEN 1462, con modificaciones adicionales.	

Realizado por: Mora, Daniela. 2021.

2.8.4.6. Tracción

Para la realización del ensayo de tracción, las muestras fueron enviadas al Laboratorio LenMav exterior de la Universidad. En donde se realizó el correspondiente ensayo de tracción a una muestra seleccionada de cada tratamiento utilizando la norma NTE INEN 2635:012.

Hay que tener en cuenta que para el análisis de tracción se tomaron muestras en una probeta con dimensiones conocidas las cuales son:

- *Ancho: 13-25.80 mm*
- *Longitud: 152 mm.*

2.8.4.7. Biodegradabilidad

Tabla 25-2: Técnica de determinación de la biodegradabilidad a las biopelículas obtenidas

MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE LA BIODEGRADABILIDAD	
Procedimiento	
<ul style="list-style-type: none"> • Cortar muestras de bioplásticos de 3x3 para cada tipo de tratamiento. <p>SUELO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adicionar una cantidad aproximada de 2cm de altura de tierra. • Adicionar la muestra de biopelícula. • Cubrir la película con una segunda capa de tierra aproximadamente 5cm. • Registrar la disminución de área de la biopelícula durante 30 días. <p>AGUA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adicionar la biopelícula con un área de 3x3 en el fondo del recipiente. • Agregar una cantidad aproximada de 150 ml de agua potable. • Registrar la disminución de área de la biopelícula por 30 días. <p>AIRE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colocar la muestra de área de 3x3 en una bandeja extendida. • Registrar la disminución de área durante un lapso de 30 días. 	
Cálculos	
$\%Pérdida\ de\ área = \frac{(A_i - A_f)}{A_i} \times 100\%$	
<p>Donde:</p> <p>A_i = Área inicial de la biopelícula.</p> <p>A_f = Área final de la biopelícula.</p>	
Método de ensayo	
Basado en la norma AS 5810 (2010) con modificaciones correspondientes.	

Realizado por: Mora, Daniela. 2021.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.2. Resultados

3.1.1. Resultados de la aplicación del diseño experimental 2² para la determinación del tratamiento óptimo según el rendimiento del almidón

Para la extracción del almidón a partir del melloco rosado se aplicó el método húmedo, el cual consiste en seleccionar la muestra en este caso el melloco rosado (*Ullucus tuberosus*), limpiar la superficie con el fin de eliminar impurezas, trocear el melloco para facilitar el licuado, se licua, se deja sedimentar por más de 8 horas, se elimina el sobrenadante y finalmente se deja secar el almidón a temperatura ambiente, para aplicar proceso a una cantidad de 25 kg de materia prima se va aplicar el diseño factorial 2² el que nos va a ayudar a identificar las condiciones adecuadas para el triturado y tiempo de trituración, este método consiste en realizar 4 tratamientos con 4 repeticiones en total serian 16 experimentaciones en muestras de 200 gramos, teniendo en cuenta que vamos a tener 2 variables importantes que son las revoluciones por minuto que va desde 2000 a 6800 (RPM) y el tiempo de licuado desde 45 s hasta 60 s, como se muestra en la Tabla 1-3, para esto se procede a utilizar el tratamiento óptimo, el cual viene a ser el T4 de acuerdo con su rendimiento en porcentaje de almidón obtenido que supera al resto de tratamientos observados en la tabla. En la Tabla 2-3 podemos evidenciar el análisis de varianza utilizado para analizar los datos planteados para la extracción de almidón en la Tabla 1-3.

Tabla 1-3: Aplicación del diseño experimental 2² para la determinación del tratamiento óptimo según el rendimiento del almidón

N o.	TRATA MIENTO	VARIABLES	REPET CIÓN	VOLUME N AGUA (ml)	PESO(g)			RENDIMIENTO %		TIEMPO SECADO (H)
					MELLOC	ALMIDÓN		R	PROMEDIO	
					O	O	TOTAL	R	PROMEDIO	
1	T1	RPM B:45	R1	500	200	17,23			8,62	48
2			R2			14,80	16,19	64,77	7,40	
3			R3			15,64			7,82	
4			R4			17,10			8,55	
5	T2	RPM B:60	R1	500	200	18,98			9,49	48
6			R2			16,26	16,63	66,53	8,13	
7			R3			15,24			7,62	
8			R4			16,04			8,02	
9	T3	RPM A:45	R1	500	200	13,41			6,70	54
10			R2			16,74	16,34	65,37	8,37	
11			R3			17,26			8,63	
12			R4			17,97			8,98	
13	T4	RPM B:60	R1	500	200	16,80			8,40	60
14			R2			17,67	17,33	69,32	8,84	
15			R3			17,55			8,77	
16			R4			17,29			8,65	

Realizado por: Mora Daniela, 2021.

Tabla 2-3: Análisis de resultados ANOVA de la extracción de almidón

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Muestra	0,18	1,00	0,18	0,35	0,57	4,75
Columnas	0,51	1,00	0,51	0,98	0,34	4,75
Interacción	0,08	1,00	0,08	0,15	0,71	4,75
Dentro del grupo	6,21	12,00	0,52			
Total	6,97	15,00				

Realizado por: Mora Daniela, 2021.



Figura 1-3: Tratamientos en la obtención de almidón de melloco rosado

Realizado por: Mora, Daniela. 2021.

3.1.2. Resultado del análisis físico químico y microbiológico proximal del almidón a partir de melloco rosado

Luego de haber obtenido el almidón con el tratamiento óptimo, se realizó la caracterización correspondiente, en la cual se determinó el análisis químico proximal del almidón de melloco rosado, las experimentaciones en su mayoría se realizaron en el laboratorio de investigaciones y de aguas de la institución, mientras que el análisis de determinación de amilosa se realizó en un laboratorio externo a la institución como lo es INIAP. En la Tabla 3-3 se muestra el resultado del análisis físico químico y microbiológico proximal obtenido del almidón de melloco rosado.

Tabla 3-3: Análisis físico químico y microbiológico proximal del almidón de melloco rosado

PARÁMETROS	UNIDADES	VALOR	VALORES PARA EL ALMIDÓN DE YUCA	ESTÁNDAR	NORMA / INSTITUCIÓN
Humedad	%	12,44	9,48	10 - 13 %	ISO 1666 (1996)
Ceniza	%	0,45	0,29	máx.: 3,0 %	ISO 2171 (1980)

Solubilidad	%	0,46		0,27 - 12,32 %	(Anderson, Conway y Peplinski, 1970, pp. 130-135)
pH		5,65	4,5-5,5	6 - 6,5	AOAC 943.02 (1943)
Fibra	%	0,29	1,01	máx.: 2,0 %	ISO 5498 (1981)
Proteína	%	0,52	0,06	mín.: 7,0 %	ISO 1871 (1975)
Densidad	g/ml	1,19	1,56	máx.: 1,560 g/ml	NTE INEN 524:2013
Viscosidad	mPa.s	1.959,30	490	7202	Grace (2002) Concetracion 5% m/m a 25 °C y una velocidad de 10RPM
Temperatura de gelatinización	°C	63,00	65	62 -70	Grace (1977)
Carbohidratos Totales	%	70,40	98,44	57,5 - 70	Tomado de la Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca (FAO)
Amilosa	%	25,06	17	17 – 26	ISO 6647-1 (2014)
Amilopectina	%	74,94	83	74 – 83	ISO 6647-1 (2014)
Mohos y Levaduras	UPC/g	-		500	NTE INEN 2051:95 (1995)
Coliformes fecales	UPC/g	-	<10	0	NTE INEN 2051:95 (1995)
Coliformes totales	UPC/g	600,00	1000-5000	1000-5000	NTE INEN 2051:95 (1995)

Realizado por: Mora, Daniela. 2021.

3.1.3. *Resultados de la determinación del tratamiento óptimo según el diseño factorial de la obtención del bioplástico*

Luego de haber caracterizado el almidón de melloco rosado se procede a realizar la obtención de la biopelícula, para lo cual se aplica el diseño factorial 2^2 en el cual tenemos 2 variables que en este caso van a ser la concentración de glicerina que va desde 0,5 a 1 ml y la concentración de agua que va desde 30 a 40 ml, de esta manera se realizaron 4 tratamientos diferentes con 4 repeticiones cada uno. Se muestra en la siguiente tabla la aplicación del diseño factorial 2^2 para la obtención de la biopelícula.

Tabla 4-3: Resultado de las cantidades a usar en cada formulación para las biopelículas

Formulaciones	Cantidad			
	Almidón (g)	Glicerina (ml)	Agua (ml)	Ácido acético (ml)
F1	2	0,5	30	6
F2	2	0,5	40	6
F3	2	1	30	6
F4	2	1	40	6

Realizado por: Mora, Daniela. 2021.

En la siguiente Tabla 4-3 se muestra la aplicación del diseño factorial 2^2 en el cual se identifican las variables independientes y la variable dependiente a usar. Para lo cual en la Tabla 5-3 se muestra el análisis de varianza aplicado a la obtención de la biopelícula.

Tabla 5-3: Resultado del análisis factorial 2² de la obtención de las biopelículas

No	TRATAMIENTO	VARIABLE	REPETICIÓN	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (min)	SECADO			ESPESOR (mm)		
						ELABORACIÓN	LUGAR	MÉTODO	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (h)	
1	F1	CG1: CA1	R1	63	3	LABORATORIO DE INVESTIGACIONES	SECADO NATURAL	25°C	24	0,17	0,16
2			R2		3					0,19	
3			R3		4					0,11	
4			R4		5					0,16	
5	F2	CG1: CA2	R1		4					0,19	0,15
6			R2		5					0,11	
7			R3		4					0,13	
8			R4		5					0,15	
9	F3	CG2: CA1	R1		2					0,10	0,15
10			R2		4					0,13	
11			R3		5					0,19	
12			R4		5					0,17	
13	F4	CG2: CA2	R1		4					0,17	0,15
14			R2		5					0,13	
15			R3		3					0,13	
16			R4		3					0,18	

Realizado por: Mora, Daniela. 2021.

Tabla 6-3: Análisis ANOVA de resultados de la formulación de la biopelícula

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Muestra	0,00	1,00	0,00	0,04	0,85	4,75
Columnas	0,00	1,00	0,00	0,00	0,97	4,75
Interacción	0,00	1,00	0,00	0,24	0,63	4,75
Dentro del grupo	0,01	12,00	0,00			
Total	0,01	15,00				

Realizado por: Mora, Daniela. 2021.



Figura 2-3: Biopelícula obtenida aplicando la formulación F4

Realizado por: Mora, Daniela. 2021.

3.1.4. Resultados de la caracterización de bioplásticos: ensayos físicos y mecánicos

Los ensayos de caracterización se realizaron para cada tratamiento mencionado en la Tabla 7-3 luego de haber sido analizados sensorialmente se realizó la elaboración de nuevos bioplásticos en diferentes moldes con tamaños adecuados para tomar muestras que van a usarse para cada prueba, para determinar las características sobresalientes físicas y mecánicas de dicho bioplástico.

3.1.4.1. Análisis sensorial

La siguiente Tabla 7-3 muestra el resultado del análisis sensorial realizado a las formulaciones de las biopelículas.

Tabla 7-3: Resultados del análisis sensorial de las biopelículas en las 4 formulaciones

Formulación	Parámetros			
	Aspecto	Textura	Flexibilidad	Resistencia
F1	Traslúcido	Áspera	Poco flexible	Débil
F2	Traslúcido	Áspera	Flexible	Fuerte
F3	Traslúcido	Lisa	Flexible	Débil
F4	Traslúcido	Lisa	Flexible	Fuerte

Realizado por: Mora, Daniela. 2021.

3.1.4.2. Espesor

En la Tabla 8-3 se describen los resultados obtenidos luego de medir el espesor para cada una de las formulaciones.

Tabla 8-3: Resultados del ensayo de determinación de espesor de las biopelículas

TRATAMIENTO	VARIABLE	REPETICIÓN	ESPESOR (mm)	LÍMITE DE REFERENCIA
F1	CG1 : CA1	R1	0,17	0,140 ± 0,010 mm (Escobar et al., 2009, pp. 33-36)
		R2	0,19	
		R3	0,11	
		R4	0,15	
F2	CG1 : CA2	R1	0,19	
		R2	0,11	
		R3	0,13	
		R4	0,15	
F3	CG2 : CA1	R1	0,10	
		R2	0,13	
		R3	0,19	
		R4	0,17	
F4	CG2 : CA2	R1	0,17	
		R2	0,13	
		R3	0,13	
		R4	0,18	

Realizado por: Mora, Daniela. 2021.

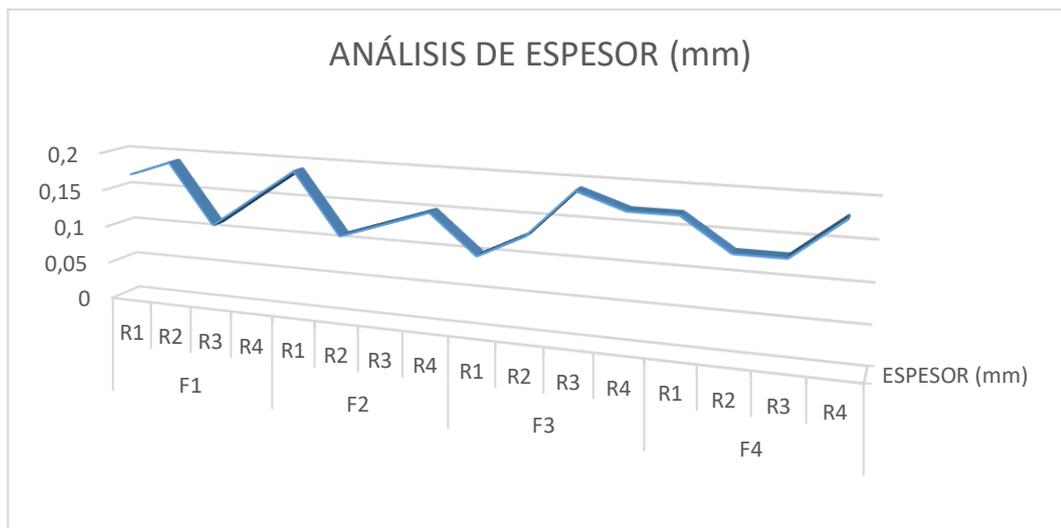


Gráfico 1-3: Análisis gráfico del espesor en las biopelículas obtenidas

Realizado por: Mora, Daniela. 2021

3.1.4.3. Contenido de Humedad

Tabla 9-3: Resultados del ensayo de humedad de las biopelículas para los 4 tratamientos

TRATAMIENTO	VARIABLE	REPETICIÓN	HUMEDAD (%)	LÍMITE DE REFERENCIA
F1	CG1 : CA1	R1	17,8	16,64 – 26,33 % (Buensuceso, 2010, p. 52)
		R2	18,1	
		R3	18,3	
		R4	17,6	
F2	CG1: CA2	R1	19,3	
		R2	18,9	
		R3	18,8	
		R4	19,4	
F3	CG2: CA1	R1	18,6	
		R2	17,6	
		R3	18,1	
		R4	19,4	
F4	CG2: CA2	R1	19,6	
		R2	19,3	
		R3	19,7	
		R4	18,7	

Realizado por: Mora, Daniela. 2021

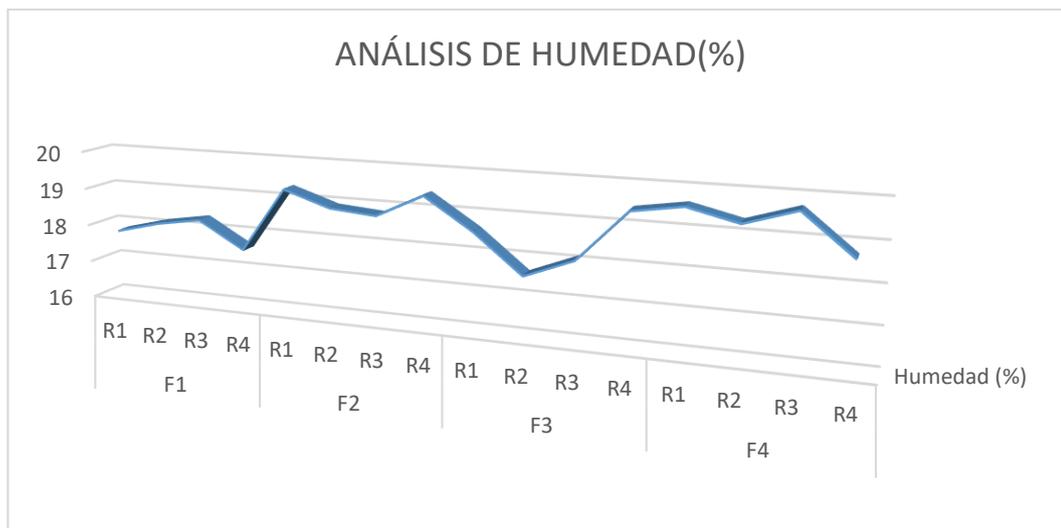


Gráfico 2-3: Análisis gráfico de la humedad obtenida en las diferentes biopelículas

Realizado por: Mora, Daniela. 2021

3.1.4.4. Solubilidad

La Tabla 10-3 muestra el resultado del análisis de solubilidad realizado para las diferentes formulaciones obtenidas.

Tabla 10-3: Resultados del ensayo de solubilidad para las biopelículas

TRATAMIENTO	VARIABLE	REPETICIÓN	SOLUBILIDAD (%)	LÍMITE DE REFERENCIA
F1	CG1: CA1	R1	45,65	30,19 - 57,78 % (Alvarenga et al., 2018, p. 93)
		R2	45,65	
		R3	43,50	
		R4	44,39	
F2	CG1: CA2	R1	34,84	
		R2	36,36	
		R3	33,42	
		R4	31,74	
F3	CG2: CA1	R1	52,09	
		R2	52,61	
		R3	52,93	
		R4	51,42	
F4	CG2: CA2	R1	58,79	
		R2	57,67	
		R3	53,43	
		R4	43,40	

Realizado por: Mora, Daniela. 2021.

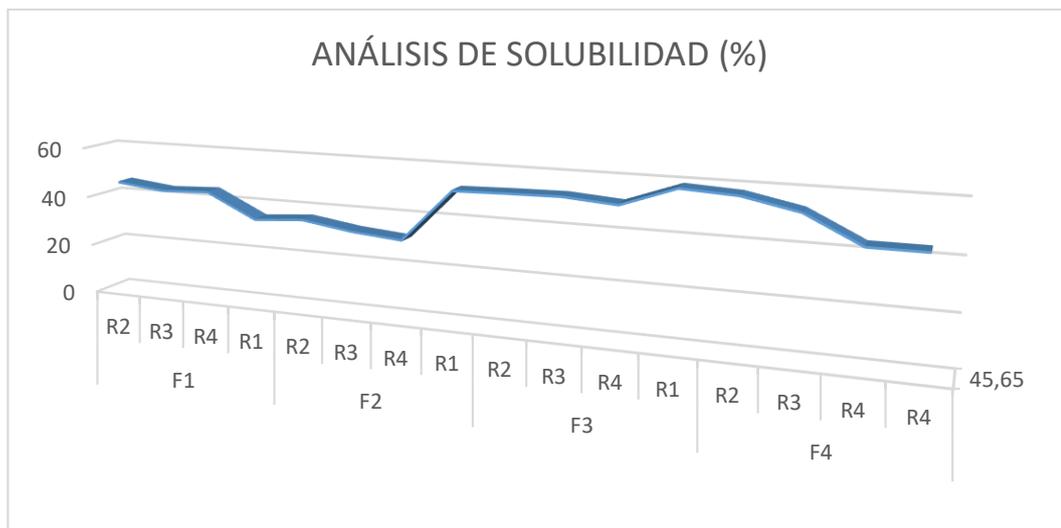


Gráfico 3-3: Análisis gráfico de la solubilidad obtenida en las diferentes biopelículas

Realizado por: Mora, Daniela. 2021.

3.1.4.5. Permeabilidad

En la siguiente tabla se muestran los resultados de permeabilidad realizadas a las diferentes biopelículas.

Tabla 11-3: Resultados del ensayo de permeabilidad para las biopelículas obtenidas

TRATAMIENTO	VARIABLE	REPETICIÓN	PERMEABILIDAD (g/h.m.pa)	LÍMITE DE REFERENCIA
F1	CG1 : CA1	R1	8,00E-09	9,81E-13 – 2,17E-8 (g/h.m.pa)) (Joaqui y Villada, 2013, pp. 59-68)
		R2	6,00E-09	
		R3	7,00E-09	
		R4	4,00E-09	
F2	CG1 : CA2	R1	8,00E-09	
		R2	7,00E-09	
		R3	8,00E-09	
		R4	8,00E-09	
F3	CG2 : CA1	R1	9,00E-09	
		R2	9,00E-09	
		R3	9,00E-09	
		R4	9,00E-09	
F4	CG2 : CA2	R1	8,00E-09	
		R2	9,00E-09	
		R3	9,00E-09	
		R4	9,00E-09	

Realizado por: Mora, Daniela. 2021.

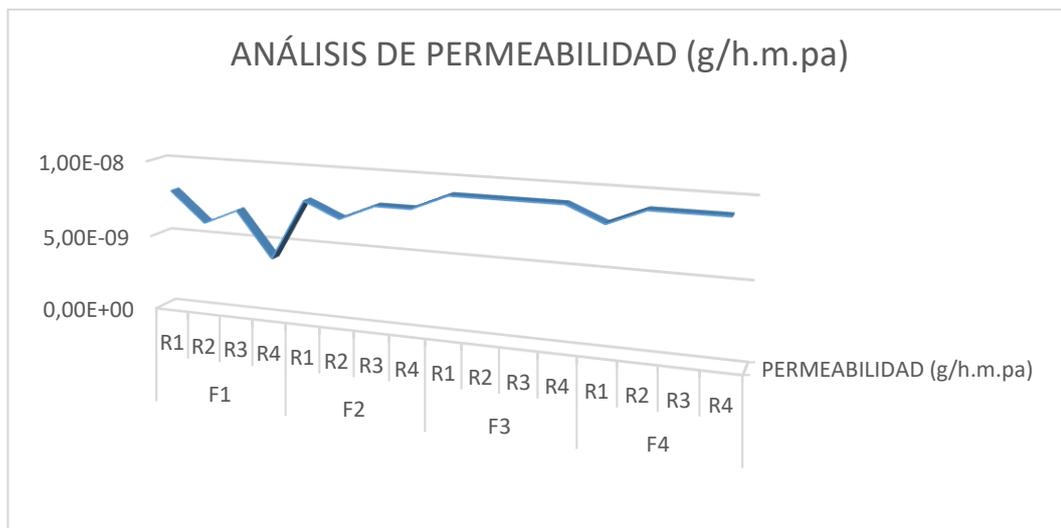


Gráfico 4-3: Análisis gráfico de la permeabilidad obtenida en las diferentes biopelículas

Realizado por: Mora, Daniela. 2021.

3.1.4.6. Ensayo de tracción

El ensayo de tracción se realizó en el laboratorio LenMav, externo a la Universidad para el cual se enviaron 4 probetas una de cada formulación realizada, en el laboratorio se realizó el análisis en la Máquina Universal de Ensayos (WAW600B) de marca Jinan Liangong Testing Technology CO., LTD y serie 7136 como se muestra en la Tabla 8-3.

Tabla 12-3: Resultados del ensayo de tracción para cada tratamiento

TRATAMIE NTO	ESPE OR	MÓDULO ELASTICID AD (Mpa)	CARGA DE FLUENC IA (N)	ESFUER ZO DE FLUENC IA (MPa)	CARG A MÁXI MA (N)	ESFUER ZO MÁXIM O (Mpa)	ELONGACI ÓN (%)
F1	0,17	6,50E+00	1,44	0,86	1,47	0,88	17,06
F2	0,09	1,91E+01	1,94	2,2	2,44	2,78	27,46
F3	0,24	1,03E+01	1,82	0,82	1,97	0,89	15,42
F4	0,04	1,15E+00	0,08	0,24	0,09	0,25	14,69

Realizado por: Mora, Daniela. 2021.

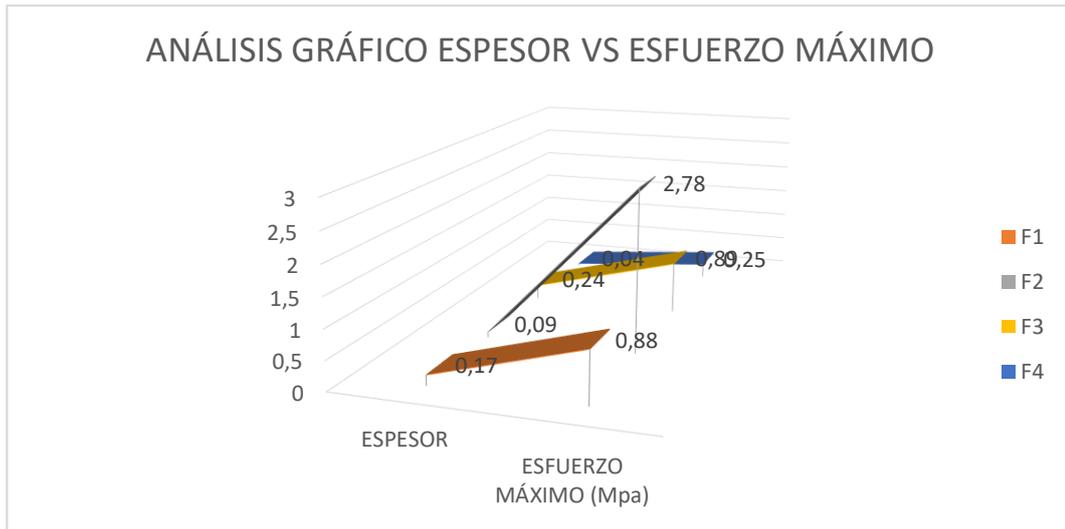


Gráfico 5-3: Análisis gráfico del espesor vs esfuerzo máximo

Realizado por: Mora, Daniela. 2021.

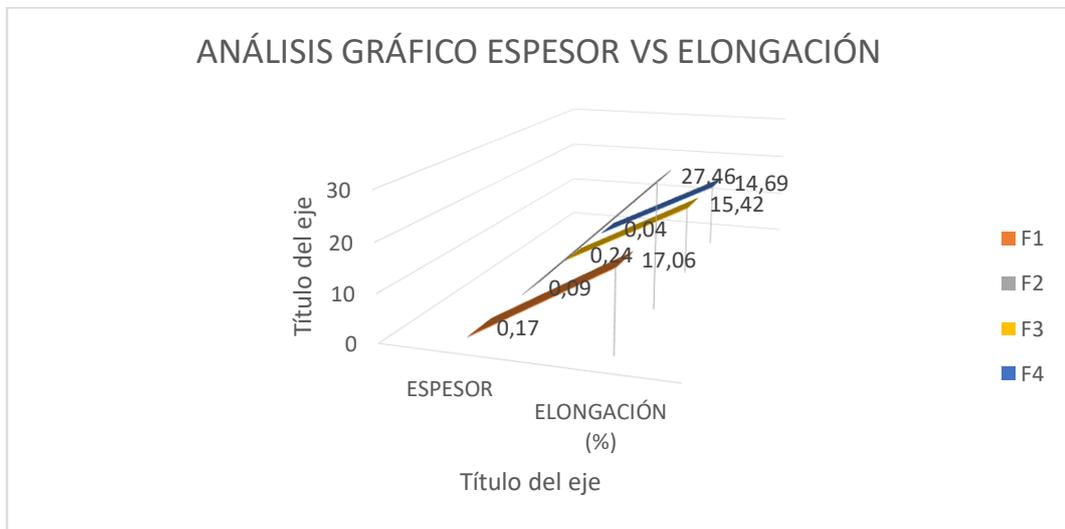


Gráfico 6-3: Análisis gráfico espesor vs % elongación

Realizado por: Mora, Daniela. 2021.



Figura 3-3: Ensayo de tracción realizado en el tratamiento 3

Realizado por: Mora, Daniela. 2021.

3.1.4.7. Biodegradabilidad

Para este ensayo de biodegradabilidad se tomaron en cuenta 3 medios diferentes los cuales son en el agua, el suelo y el aire. Se partió de una muestra de cada tratamiento las cuales tenían un área inicial de 3x3, y se realizó la medición del área con un programa de pixeles cada 5 días durante 30 días, se recolectaron dichos datos para determinar el porcentaje de degradación final según el medio para cada formulación como se muestran en la Tabla 13-3, Tabla 14-3 y Tabla 15-3.

Tabla 13-3: Resultados de biodegradabilidad en medio acuoso

N°	AGUA												
	0,00	5	%	10	%	15	%	20	%	25	%	30	%
F1	9,00	8,30	7,78	7,10	21,11	5,43	39,67	3,33	63,00	2,19	75,67	0,58	93,56
F2	9,00	7,98	11,33	6,50	27,78	4,36	51,56	3,40	62,22	1,18	86,89	0,36	96,00
F3	9,00	8,42	6,44	7,48	16,89	6,13	31,89	5,20	42,22	2,15	76,11	0,26	97,11
F4	9,00	8,56	4,89	7,83	13,00	5,56	38,22	4,60	48,89	3,10	65,56	0,45	95,00

Realizado por: Mora, Daniela. 2021.

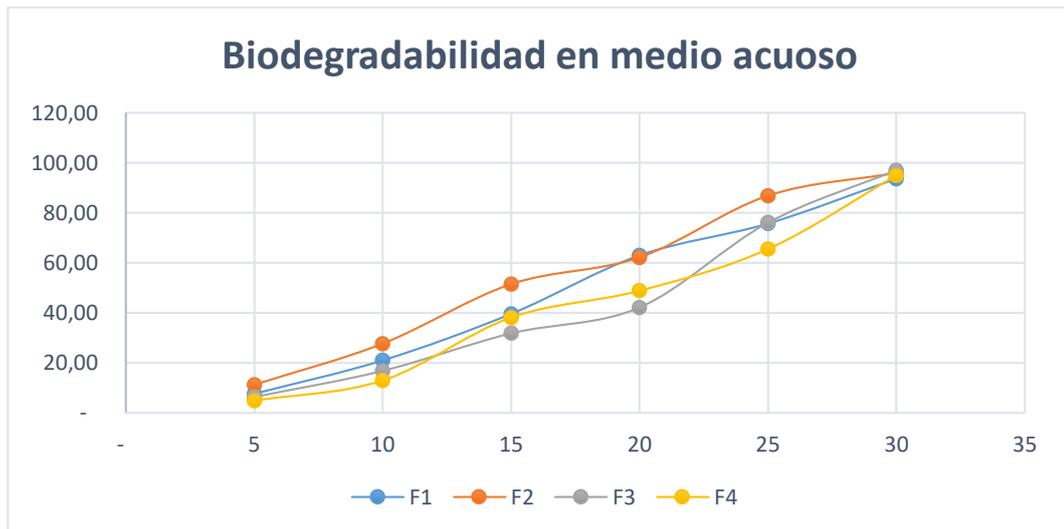
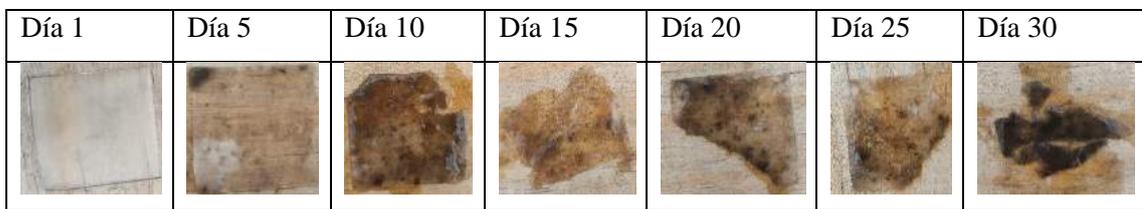


Gráfico 7-3: Análisis gráfico de la biodegradabilidad en medio acuoso

Realizado por: Mora, Daniela. 2021

Tabla 14-3: Resultados de la apariencia de la biodegradación en medio acuoso



Realizado por: Mora, Daniela. 2021.

Tabla 15-3: Resultados de biodegradabilidad en el suelo

N°	SUELO												
	0,00	5	%	10	%	15	%	20	%	25	%	30	%
F1	9,00	7,43	17,44	6,98	22,44	5,43	39,67	4,23	53,00	3,45	61,67	1,14	87,33
F2	9,00	7,56	16,00	6,34	29,56	5,67	37,00	4,16	53,78	3,47	61,44	0,34	96,22
F3	9,00	8,67	3,67	6,79	24,56	4,34	51,78	4,02	55,33	3,12	65,33	0,97	89,22
F4	9,00	8,02	10,89	6,98	22,44	5,26	41,56	4,78	46,89	2,18	75,78	1,02	88,67

Realizado por: Mora, Daniela. 2021.

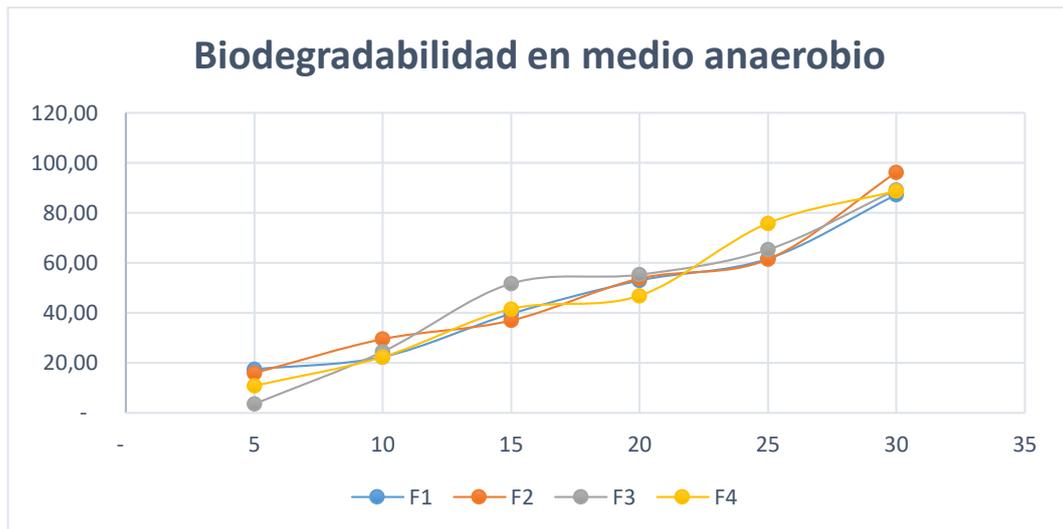


Gráfico 8-3: Análisis gráfico de la biodegradabilidad en medio anaerobio

Realizado por: Mora, Daniela. 2021.

Tabla 16-3: Resultados de la apariencia de la biodegradación en medio anaerobio

Día 1	Día 5	Día 10	Día 15	Día 20	Día 25	Día 30

Realizado por: Mora, Daniela. 2021.

Tabla 17-3: Resultados de biodegradabilidad en medio aerobio

N°	AIRE												
	0,00	5	%	10	%	15	%	20	%	25	%	30	%
F1	9,00	8,92	0,89	8,75	2,78	8,19	9,00	7,98	11,33	7,68	14,67	7,06	21,56
F2	9,00	8,96	0,44	8,43	6,33	8,12	9,78	7,86	12,67	7,57	15,89	7,03	21,89
F3	9,00	8,84	1,78	8,59	4,56	8,08	10,22	6,98	22,44	6,88	23,56	6,45	28,33
F4	9,00	8,76	2,67	8,48	5,78	8,30	7,78	7,98	11,33	7,45	17,22	7,14	20,67

Realizado por: Mora, Daniela. 2021.

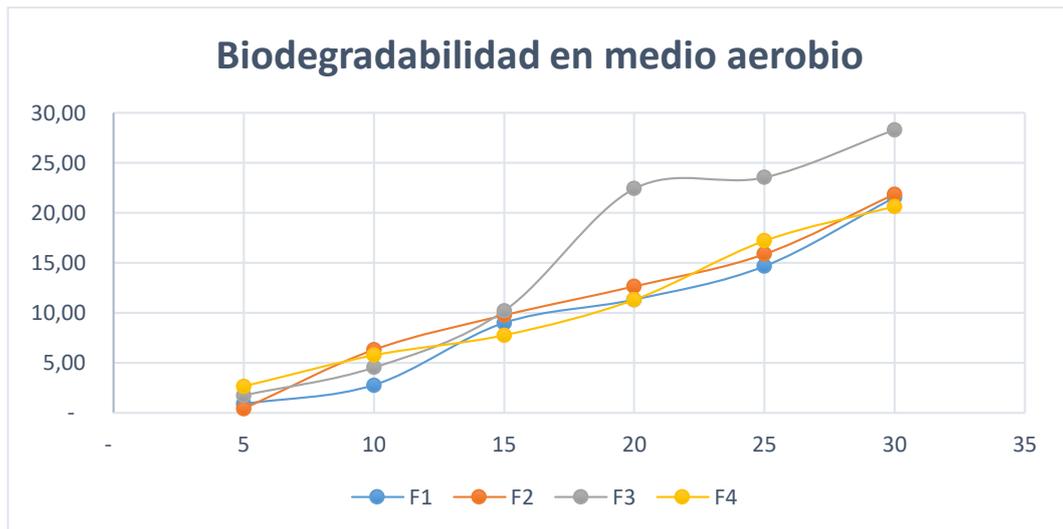


Gráfico 9-3: Análisis gráfico de la biodegradabilidad en medio aerobio

Realizado por: Mora, Daniela. 2021

3.1.5. Resultados de la aplicación de la biopelícula en el producto

Para analizar si la biopelícula va a ser útil a nivel industrial con alimentos se ha planteado comparar entre 2 frutas (fresa), de las cuales una va a estar envuelta en la biopelícula y la otra no; para de esta manera determinar la factibilidad de la biopelícula elaborada. Para esto se va a plasmar el análisis sensorial de los frutos uno recubierto por la biopelícula y el otro sin recubrir.

Tabla 18-3: Resultado del análisis sensorial del alimento recubierto y el blanco

Análisis Sensorial				
Fresa no cubierta	Textura	Sabor	Olor	Aspecto
	Muy suave	Agrio	Rancio	Envejecido
Fresa recubierta	Suave	Dulce	Dulce	Poco envejecido

Realizado por: Mora, Daniela. 2021.

3.2. Pruebas de Hipótesis

3.2.1. Determinación de las características óptimas de la biopelícula para embalaje de alimentos

El almidón extraído a base de melloco rosado (*Ullucus tuberosus*) mediante la utilización del método húmedo siendo este el más adecuado, para lo cual se han variado condiciones como revoluciones por minuto y el tiempo de triturado, cumple con las características adecuadas para la formulación de una biopelícula, para las cuales tiene un contenido de amilopectina del 74,94% siendo adecuado por lo que le provee características de cristalinidad óptimas para la biopelícula obtenida finalmente.

Afirmando la hipótesis general planteada para la formulación de biopelículas a base de almidón de melloco rosado.

3.2.2. Determinación de la eficiencia de la utilización del método húmedo en la extracción de almidón, evaluación de 4 tratamientos mediante el uso de un diseño factorial 2², formulación de la biopelícula a base de glicerina y almidón, aplicación de la biopelícula obtenida

Se determinará las evidencias para afirmar las hipótesis específicas planteadas mediante el análisis de los siguientes puntos.

3.2.2.1. Determinación de la eficiencia del método húmedo en la extracción de almidón de melloco rosado

La aplicación del método húmedo en la extracción de almidón de melloco rosado ha sido el más adecuado para extraer un almidón con características adecuadas para la formulación de la biopelícula como son el contenido de humedad para de tal manera compactar y evitar el quebrantamiento de la biopelícula al momento de secar, además con el cual se obtiene un rendimiento de almidón que va a indicar las condiciones adecuadas para posteriores extracciones como lo son un porcentaje de 8,10% ya que es el más adecuado por que se optimice el consumo eléctrico y economizando la obtención del producto final de igual manera.

3.2.2.2. Determinación de la evaluación de 4 tratamientos para la extracción de almidón y utilización de la misma como materia prima para la obtención de biopelículas

Para la aplicación del diseño factorial 2^2 en la extracción del almidón se usaron 2 variables independientes que son las RPM alta y baja, y el tiempo de licuado de 45 y 60 segundos plasmado en la Tabla 1-3. Para lo cual se ha realizado el análisis estadístico ANOVA para determinar si los niveles de factores pueden conllevar diferencias en la respuesta en los distintos grupos o poblaciones, contrastando la igualdad de medias de la variable dependiente en dichos grupos, para ello, se basa en el estudio de la varianza (Ordaz, Melgar y Rubio, 2019, p. 4). De esta manera en la Tabla 2-3 tenemos el análisis de varianza en el cual se obtuvo un p-valor de $0,71 > 0,05$ afirmando de esta manera que no existe diferencia significativa entre las variables, definiendo de esta manera que el rendimiento de almidón no depende directamente de estas variables independientes, pero la elección del mejor tratamiento en este caso sería del tratamiento T1 debido a que este tiene RPM baja y 45 s de tiempo de licuado haciendo que disminuya el consumo de energía haciendo que la extracción sea más económica con el mismo rendimiento que las otras variables.

Por lo tanto, se ha usado el tratamiento más adecuado el T1 para la extracción del almidón total que va a ser usado en la formulación de la biopelícula, este almidón ha sido caracterizado antes de ser usado como materia prima en una biopelícula determinando características consideradas adecuadas como amilopectina, humedad, como se puede evidenciar en la tabla 3-3.

3.2.2.3. Determinación de la formulación óptima de la biopelícula según la aplicación del diseño factorial 2^2 con el análisis estadístico ANOVA en función de la glicerina y el almidón

Para la formulación de las biopelículas (variable dependiente) se aplicó el diseño factorial 2^2 en donde las variables independientes que se usaron fueron la cantidad en ml de agua y glicerina que varían de 30 a 40 ml (agua) y de 0,5 a 1 ml (glicerina), para el análisis estadístico se usó ANOVA el análisis de varianza para la determinación de diferencias significativas, en la Tabla 5-3 se muestra la interacción de las variables independientes para la formulación de 4 biopelículas, para el análisis ANOVA de estos datos se ha plasmado en la Tabla 6-3 la cual nos ha ayudado a determinar que no existen diferencias significativas entre las variables para la determinación de una formulación más óptima para su procesamiento a nivel industrial, en este caso se va a elegir una formulación de acuerdo con las condiciones más fiables, que en este caso de acuerdo con los ensayos de tracción, caracterización de la misma que la formulación más conveniente es F2 que contiene 0,5 ml de glicerina; 40 ml de agua; 6 ml de ácido acético y 2 gramos de almidón de melloco rosado extraído. La elección de esta formulación F2 es conveniente debido a que su formulación no contiene mucha glicerina economizando más el producto y aprovechando las propiedades mecánicas del mismo.

3.2.2.4. Determinación de la aplicación del bioplástico sintetizado

La biopelícula obtenida fue caracterizada y analizada como lo dice en la hipótesis general para de esta manera determinar el uso del mismo en su aplicación con alimentos y de esta manera afirmar la hipótesis específica la cual dice que la biopelícula no sirve para mantener las propiedades organolépticas de un producto.

El producto se ha dejado recubierto por la biopelícula y se ha dejado un blanco, los resultados se plasmaron en la Tabla 18-3 en donde se ha verificado que el producto ha sufrido un deterioro severo en comparación con el blanco, concluyendo de tal manera que la biopelícula no ha ayudado al recubrimiento de este fruto debido a que permite la permeabilidad de vapor haciendo que el fruto se degrade, para que una biopelícula cumpla con las funciones de recubrimiento no debe permitir la permeabilidad de vapor y debe cumplir como barrera adecuada para el recubrimiento de un alimento (González, Montes y Carlos, 2016, p. 76).

Es así que estas evidencias de resultados no afirman las hipótesis específicas planteadas para este estudio.

3.3. Discusión de resultados

3.3.1. *Análisis de resultados de la caracterización del almidón extraído a base de melloco rosado*

Para la determinación de eficiencia en la utilización del método húmedo se va a caracterizar la materia obtenida por este medio para evidenciar si el producto perdió propiedades o si las propiedades siguen igual, es así que mediante la caracterización físico química y microbiológica experimental se realizó la Tabla 3-3 en la cual tenemos las características analizadas experimentalmente del melloco rosado, teniendo en cuenta que la extracción de almidón se la puede realizar por varios métodos.

Se ha elegido el método húmedo debido a su facilidad de manejo, económico, buena eficiencia y según (Mogrovejo, 2019, pp. 50-52) el método húmedo ha presentado un nivel de contaminación menor al método seco, este último método mencionado representa una cantidad de cenizas superior a lo establecido esto quiere decir que existe contaminación, el resto de propiedades físico químicas en el método húmedo y seco han sido similares para almidones nativos de tubérculos.

Para los valores determinados tenemos un valor de humedad de 12,44 % mientras que para almidones nativos extraídos de tubérculos se tiene un rango de 10,1 hasta 12,5 % según (Yungán y Pilamala, 2015, pp. 20-23) observando que el valor determinado en este estudio es aceptable. Para la ceniza un valor aceptable de 0,45 % que está dentro del rango máx.: $1,26 \pm 0,001$ establecido según (Pinto, 2020, p. 18). El índice de solubilidad determinado es de 0,46 % siendo aceptable ya que pertenece al rango máximo de $2,5 \pm 0,7$ % establecido por (Anderson, Conway y Peplinski, 1970, pp. 130-135). El pH establecido para almidones es de 6 – 6,5 establecido por la AOAC 943.02 (1943) que corresponde a un almidón de yuca, se evidencia que el almidón de melloco no entra en el rango establecido, pero según (Mogrovejo, 2019, p. 38) para el almidón de maíz se establece un rango de pH de 5,0 – 7,0 estableciendo que está dentro del rango el valor del almidón obtenido. La fibra se ha determinado por la norma establecida ISO 5498 (1981) encontrando un valor de 0,29 % al compararlo con los valores establecidos por (Yungán y Pilamala, 2015, p. 21) que son de 0,1 – 0,3 % cumpliendo de esta manera con el correspondiente a fibra contenida en el almidón de melloco, mientras que el porcentaje de proteína determinado es de 0,52 no cumple con el valor de proteína en almidón de maíz ni de yuca que tienen valores de 0,45 y 0,35 % respectivamente establecidos por (Yungán y Pilamala, 2015, p. 5) , esto se debe a que el melloco es un tubérculo con una cantidad baja de proteína debido a que contiene una gran cantidad de agua, es por eso que el almidón contiene un porcentaje muy bajo de proteína. La densidad con la norma NTE INEN 524: 2013 determina un valor máximo de 1,56 g/ml para almidones nativos y el valor determinado en el laboratorio para el almidón de melloco es de 1,19 siendo aceptable según la norma mencionada. La viscosidad presenta un valor 1.959,30 cP siendo un valor aceptable para almidones según

(Montoya y Quintero, 2014, p. 1) se han determinado valores 1121 cP – 2530 cP , según los valores se ha determinado que el valor determinado es aceptable para los almidones de tubérculos. La temperatura de gelatinización varía de acuerdo al tipo de almidón para los tubérculos tales como la papa, yuca y camote de entre 60 - 70 °C según lo afirma (Mogrovejo, 2019, p. 40) correspondiente al rango hemos determinado una temperatura de gelatinización de 63°C para el almidón de melloco rosado. La determinación de amilosa y amilopectina como se ha mencionado anteriormente se realizó en un laboratorio externo al cual se envió una muestra de 500 g al INIAP, en donde para la determinación de amilosa se usó el método MO-LSAIA-04 y la amilopectina se ha diferenciado de la cantidad de amilosa obteniendo valores de 25,06 % de amilosa y amilopectina de 74,94 %, según estudios realizados a diferentes almidones se ha determinado que según la norma ISO 7954 (2014) los almidones deben contener entre 17 – 26 % de amilosa y 74 – 83 de amilopectina, afirmando de tal manera que el almidón de melloco rosado corresponde a estos rangos.

En tanto al análisis microbiológico se determinó en el laboratorio de Aguas de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH, en donde se determinó el contenido de mohos y levaduras con un valor de 0 que según la norma ecuatoriana NTE INEN 2051:95 (1995) el valor de mohos y levaduras permitido para almidones debe ser 500 UFC/g, siendo aceptable para seguir trabajando con este almidón, para la determinación de coliformes totales se determinó un valor de 600 en donde según la norma para almidones es de 1000-5000 encontrando el almidón de melloco dentro del límite, mientras que el análisis de coliformes fecales para un almidón el valor límite debe ser de 0 UFC/g afirmando que el almidón extraído es útil para la elaboración de biopelícula con estas características determinadas.

Adicional a esto se ha añadido valores determinados en la extracción y caracterización de almidones de yuca que nos ayudan con la comparación de los valores del almidón de melloco evidenciándolo en la tabla observando de esta manera que el almidón de melloco no tiene gran diferencia con el resto de almidones en este caso el almidón de yuca siendo útil para posteriores aplicaciones del mismo como lo es la biopelícula ya que el de yuca es aplicado en la formulación de biopelículas en la actualidad.

3.3.2. Análisis de resultados de la caracterización de la biopelícula obtenida a base de almidón de melloco rosado

Se realizó un diseño factorial 2² para la obtención de las biopelículas en donde se tuvieron 2 variables que fueron la cantidad de glicerina que varía de 0,5 a 1 ml y el agua que varía de 30 a 40 ml, en las que se han obtenido 4 diferentes formulaciones las que origina biopelículas con características propias para cada una debido a la cantidad total de componentes que se ha adicionado según el diseño factorial que se ha aplicado, como se ha mencionado se caracterizó

las biopelículas con sus correspondientes repeticiones, para lo cual se realizó la caracterización de cada formulación de la biopelícula en donde sobresalen las características el análisis sensorial, espesor, humedad, permeabilidad, solubilidad, ensayo de tracción y de biodegradabilidad.

3.3.2.1. Análisis sensorial de la biopelícula

Para el análisis sensorial se ha calificado el aspecto, la textura, la flexibilidad y la resistencia como se muestra en la Tabla 3-3, según (Garay, 2019, p.4) se considera una biopelícula adecuada cuando cumple con las propiedades de un aspecto translucido, y una textura lisa, es muy flexible o elástica y tiene una resistencia fuerte, para lo cual mediante el análisis de la en donde se plasman los resultados para las 4 biopelículas se determina que la mejor formulación se considera el F4 que cumple con las características sensoriales mencionadas, descartando de esta manera las formulaciones con poca flexibilidad y débiles.

3.3.2.2. Análisis de determinación de espesor

En el ensayo de determinación de espesor se lo ha realizado a las formulaciones para el cual se ha seguido el método de ensayo basado en la norma INEN 2542 conjuntamente con la norma española UNE-ISO 4593 se puede observar los resultados de espesor obtenidas para la experimentación en la Tabla 4-3, en donde (Escobar et al., 2009, pp. 33-36) establece que las biopelículas deben estar en un rango de espesor de $0,140 \pm 0,010$ mm, conforme a este rango se determina que las láminas obtenidas de las formulaciones 1, 2, 3, y 4 con sus repeticiones no todas llegan a cumplir con el rango aun que se puede tomar en cuenta que la norma INEN 2542 estable un rango hasta 0,2 mm máximo afirmando de esta manera que todas las biopelículas obtenidas cumplen con el espesor establecido.

Adicional a esto en el Gráfico 1-3 se puede evidenciar que ninguno de los valores correspondientes a cada repetición se sobrepasa el límite de 0,2 mm afirmando que las biopelículas obtenidas cumplen con lo establecido.

3.3.2.3. Análisis del contenido de humedad

Según (Escobar et al., 2009, pp. 33-36) establece que las biopelículas deben poseen un contenido de humedad de entre el 19,3 – 22,1 % por lo que se analizan los resultados obtenidos para este estudio plasmados en la Tabla 5-3 se identifica que la F1 con las repeticiones correspondientes están fuera del rango, aunque (Buensuceso, 2010, pp. 23, 51,52) afirma que el glicerol es un componente hidrófilo y hace que las biopelículas sean más susceptibles a la hidratación por lo tanto si tenemos una mayor cantidad de glicerol tendremos una mayor cantidad de humedad. Los límites establecidos

por los autores dependen del tipo de almidón usado para la formulación de la biopelícula afirmando que para la yuca un tubérculo al igual que el melloco se tiene un rango de entre 16,64 – 26, 33 % de humedad; de esta manera se comprueba que los valores obtenidos experimentalmente para las biopelículas de melloco rosado están dentro del rango contenido de humedad para los tubérculos. En el gráfico podemos evidenciar que la humedad no sobrepasa los límites establecidos de ninguna de las repeticiones para los tratamientos.

3.3.2.4. Análisis del contenido de solubilidad

El análisis de solubilidad ha arrojado los datos presentados en la Tabla 10-3, que se encuentran dentro del rango establecido por (Alvarenga et al., 2018, p. 93) de entre 30,19 – 57,78 % , estableciendo que los valores que contienen un valor menor de solubilidad es porque en su formulación posee una cantidad menor de glicerol , afirmando de tal manera que este componente ayuda a aumentar o disminuir la solubilidad dependiendo sea el caso. Los valores obtenidos de manera experimental están dentro del rango del análisis realizado a una biopelícula de almidón de yuca que es un tubérculo al igual que el melloco rosado; y rectificando la teoría mediante el análisis puesto que las formulaciones que contienen una mayor cantidad de glicerol en este caso F3 Y F4 con 1 ml de glicerina tienen mayor porcentaje de solubilidad que las formulaciones F1 Y F2 que contienen 0,5 ml de glicerina. El Gráfico 3-3 nos ayuda a comprender de mejor manera la expresión de los valores obtenidos en la tabla para la solubilidad de las biopelículas.

3.3.2.5. Análisis de permeabilidad

Para el análisis de permeabilidad al igual que los ensayos de solubilidad y humedad se argumenta que para un contenido mayor de glicerina se obtendrá un porcentaje mayor de permeabilidad debido a que el glicerol es un componente hidrófilo lo que hace que enlace de manera adecuada con el polímero usado generando de tal manera el paso de moléculas de agua provocando el envejecimiento del producto a embalar, (Joaqui y Villada, 2013, pp. 59-68) estable valores de permeabilidad para películas de almidón de entre $9,81E-13$ – $2,17E-8$ (g/h.m.pa) , verificando que los datos recolectados en la Tabla 11-3 de manera experimental para determinar la permeabilidad del almidón de melloco rosado se verifica que los valores están dentro del rango establecido y que cumplen mientras mayor cantidad de glicerol poseen en su formulación mayor permeabilidad al vapor como es en los casos de F3 Y F4 con 1 ml de glicerina. En el Gráfico 4-3 podemos identificar que la primera parte de experimentaciones de la formulación F1 Y F2 están en un rango bajo al momento que empiezan las formulaciones F3 la curva empieza a ascender demostrando que su permeabilidad aumenta debido al contenido de glicerina.

3.3.2.6. Análisis de tracción

Como se mencionó anteriormente el ensayo de tracción se realizó en un laboratorio externo a la Universidad, para lo cual se enviaron 4 probetas una de cada formulación y se ha creado la Tabla 12-3 en la que se ha recolectado los resultados del ensayo de tracción realizados y se observa que en la formulación F1 con 2 g de almidón de melloco rosado, 0,5 ml de glicerina, 30 ml de agua y 6 ml de ácido acético con un espesor de 1,44 mm presenta características de esfuerzo máximo de 0,88 Mpa y un porcentaje de elongación de 17,06 %, en referencia a estudios realizados por (Meza, 2016, pp. 61-64) se determinaron valores de esfuerzo máximo y elongación de 1,47 Mpa y 16, 82 % respectivamente para un espesor 0,19 mm evidenciando que el valor de esfuerzo máximo determinado para este estudio es relativamente menor al referenciado afirmando que la formulación F1 tiene una cantidad menor de glicerina lo que le confiere resistencia a la tensión haciendo que cumpla un esfuerzo máximo , mientras que , en el caso de la F3 sucede lo mismo que en este caso ya que presenta un esfuerzo máximo 0,89 Mpa y un porcentaje de elongación de 15,42 % con un espesor de 0,24, se observa que el valor de esta biopelícula es significativamente menor asumiendo que las características no son muy buenas aunque en su composición esta una cantidad de 1 ml de glicerina esto se puede deber a factores externos como son la humedad presente en el almidón, para la formulación F2 con un espesor 0,09 mm tiene características muy sobresalientes en el esfuerzo máximo se determinó un valor de 2,78 Mpa y una elongación del 27,46 % lo que hace que esta biopelícula sobresalga de manera positiva respecto al resto, evidenciando que la composición influye en gran parte ya que contiene 0,5 ml de glicerina y una cantidad de agua de 40 ml el agua sería el componente que le confiere la propiedad de elongación a la biopelícula aunque si nos enfocamos en el espesor que es sumamente pequeño las características son muy buenas respecto al mismo, para el último caso en la F4 se argumenta que sería una biopelícula con características medias con un espesor de 0,04 con un esfuerzo máximo de 0,25 Mpa y un porcentaje de elongación de 14,69 % se puede argumentar que las características de elongación son muy buenas respecto al espesor de la película, mientras que el esfuerzo máximo es bajo en comparación a la formulación F2 aun que si los comparamos con las películas de espesor alto tendría condiciones adecuadas de acuerdo al espesor. Según el (Manual de normas de envase y empaque, 1996, p. 11) las láminas de empaque sintético deben contener un espesor de 0,0603 máximo, afirmando que la F4 está dentro de limitación especificada. En los gráficos 5-3 y 6-3 evidenciamos las características de esfuerzo máximo y porcentaje de elongación en donde se pronuncian de manera sobresaliente los valores de la F2.

3.3.2.7. *Análisis de biodegradabilidad*

Se realizó el análisis de biodegradabilidad en 3 diferentes medios que son acuoso, aerobio y en el suelo considerado como anaerobio, para este análisis se recolecto una serie de datos realizados de manera experimental durante 30 días para lo cual se plasmaron en las Tablas 13-3, 14-3, y 15-3 para los cuales se midió cada 5 días y se determinó el porcentaje de degradación en base a la perdida de área que se presenta, para el análisis de biodegradación en el suelo en primer lugar se determinó el pH del suelo siendo un pH de 6,89, el agua usada fue el agua potable con un pH neutro. En donde se terminaron valores de una degradación en 30 días para el medio acuoso de 93,57 a 97,11 % de degradación, para el medio aerobio tenemos una degradación del 20,67 a 28,33 % en el suelo se determinaron los valores de 87,33 a 96,22 % y se han comparado con (González, Montes y Carlos, 2016, pp. 83) determinó valores de degradación del 90,03 a 99,35 % en el suelo, observando que los valores de degradación en el suelo y en el agua están similares a los rangos determinados para la comparación, este análisis se adaptó a realizarse fuera del laboratorio pero se han determinado valores certeros y similares a valores estudiados en otras investigaciones, mientras tanto a la biodegradación en medio aerobio se determinaron valores fueran del rango asumiendo que a condiciones ambientales normales sin factores externos su degradación demora un poco más, podría durar hasta 3 meses en degradarse. Para el análisis de los gráficos para la biodegradabilidad se tienen gráficos similares en cada gráfico, ya que a degradación para cada película no se diferencia de acuerdo con la cantidad de cada componente, esto hace que la degradación sea independiente de la formulación.

Demostrando la existencia de evidencia experimental para afirmar que estas características satisfacen a la hipótesis general.

CONCLUSIONES

- La utilización del método húmedo en la extracción del almidón de melloco rosado ha sido muy conveniente debido a que este obtuvo un rendimiento del 8,10 % siendo aceptable para tubérculos, se ha optado por la elección de este rendimiento ya que se optimiza recursos energéticos, ya que no hubo cambio en los resultados del análisis proximal destacando el porcentaje de amilosa y amilopectina de 25,06 % y 74,94 % respectivamente se observó que estos valores se encuentran dentro del rango de almidones nativos según la norma ISO 6647-1 (2014).
- El almidón obtenido de melloco rosado se usó como materia prima para la formulación de biopelículas, para las cuales se utilizó un diseño factorial 2^2 el cual ayuda a la determinación de la formulación óptima mediante el análisis de varianza ANOVA el cual afirmó que no hay diferencia significativa entre las formulaciones, se ha elegido F2 como la mejor formulación con 0,5 ml de glicerina, 40 ml de agua, 6 ml de ácido acético y 2 g de almidón de melloco y con características correspondientes al espesor de 0,09 mm, esfuerzo máximo 2,78 Mpa y elongación de 27,46 % sobresaliendo con dichas propiedades de entre las otras formulaciones.
- La biopelícula se usó para recubrir un alimento en este caso la fresa y de esta manera se determinó el tiempo de vida útil del alimento, evidenciando de tal manera que al recubrir el alimento este tiene una duración de una semana recubierto, ya que a la semana el alimento empieza a deteriorarse al igual que el alimento no recubierto, pero de manera más lenta.

RECOMENDACIONES

- Para la fabricación de la biopelícula es necesario tener moldes o un equipo de moldeo a disposición en el laboratorio para los estudiantes que sea adecuado para la obtención de films, debido a que se ha trabajado con diferentes moldes que no contribuyen adecuadamente a las características de las biopelículas.
- En la formulación de las biopelículas se utilizó un diseño factorial 2^2 el cual puede sustituirse con el diseño de mezclas que guarda mayor relación con las variables y componentes que interfieren en la síntesis de las biopelículas, para que de tal manera se establezca una optimización de mezcla.
- Para la determinación de que el estudio ha sido valido se recomienda realizar un análisis económico a esta investigación en la cual deben determinarse valores reales de los costos de producción de la extracción del almidón y la formulación de la biopelícula, ya que el porcentaje de almidón obtenido es bajo en comparación a otros productos obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, M. “ *Propuesta para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en la Ciudad de Vinces, Provincia de los Ríos- Ecuador*” [en línea]. 2005. [Consulta: 21 noviembre 2020]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/827/1/T-ESPE-025065.pdf>.

ALVARENGA, A.; et al. “Formulación y caracterización de una biopelícula comestible elaborada a partir de almidón de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) y yuca (*Manihot esculenta*)”. [en línea], 2018, *Universidad del Salvador*, pp. 93. [Consulta: 19 febrero 2021]. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/15440/>

ALVES, I.; et al. "Elaboration and characterization of biopolymer films with alginate and babassu coconut mesocarp". *Carbohydrate Polymers* [en línea], 2020, 234. [Consulta: 23 noviembre 2020]. pp. 1-2. ISSN 0144-8617. DOI 10.1016/j.carbpol.2019.115747. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115747>.

ANDERSON, A.; et al. Gelatinization of Corn Grits by Roll Cooking , Extrusion Cooking and Steaming. *Peoria* [en línea], 1970, 22 (4), pp. 130-135. [Consulta: 19 febrero 2021]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/star.19700220408>

ARISTIZÁBAL, J. & SÁNCHEZ, T. "Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca". *Fao* [en línea], 2007, 163, pp. 33. [Consulta: 19 noviembre 2020]. ISSN 1944-8244. DOI 9253056770-9789253056774. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a1028s.pdf>.

ASROFI, M.; et al. "Materials Today : Proceedings Characteristic of composite bioplastics from tapioca starch and sugarcane bagasse fiber : Effect of time duration of ultrasonication". *Materials Today: Proceedings* [en línea], 2020, pp. 1-2. [Consulta: 29 noviembre 2020]. ISSN 2214-7853. DOI 10.1016/j.matpr.2020.07.254. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.07.254>.

BARRERA, V.; et al. "Raíces y Tubérculos Andinos : Alternativas" [en línea]. 2003, 4. QUITO: INIAP. [Consulta: 16 enero 2021] ISBN 9290602317. Disponible en: https://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/09/RTAs_Ecuador_00.pdf

BENELLI, F.; et al. "Determinación de amilosa en almidones mediante el método amperométrico". *Determinación de amilosa en almidones mediante el método amperométrico*. s.l. : FCFYN, 2019. 6, 1. [Consulta: 09 febrero 2021] Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/FCEfYN/article/view/16779>

BUENSUCESO, V. "Elaboración Y Caracterización De Biopelículas A Partir De Almidón De Yuca (*Manihot Esculenta Crantz*)" [En línea].(Trabajo de titulación) Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas, Distrito de México, México, 2010, pp. 32. [Consulta: 13 febrero 2021]. Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/25079>

CAICEDO, C.; et al. "Puca Melloco Y Quillu Melloco" *Primeras Variedades Mejoradas De Melloco Para Ecuador*. [En Línea]. Santa Catalina, convenio 3P-90-160, 1994, [Consulta: 16 enero 2021]. Disponible En: <Http://181.112.143.123/Bitstream/41000/2827/1/Iniapsc322est.Pdf>.

CANALES SECTORIALES PLÁSTICOS. "La poliesteramida, nuevo plástico biodegradable". *Canales Sectoriales* [en línea], 1996. [Consulta: 29 enero 2021]. Disponible en: <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/3734-La-poliesteramida-nuevo-plastico-biodegradable.html>.

CHANDRA, R. & RUSTGI, R. Biodegradable polymers. *Progress in Polymer Science (Oxford)* [en línea], 1998, 23 (7), pp. 1274. [Consulta: 21 enero 2021] ISSN 00796700. Disponible en: [10.1016/S0079-6700\(97\)00039-7](10.1016/S0079-6700(97)00039-7).

CHARPENTIER, G. "Obtención De Alimentos Funcionales De Manihot Esculenta (Yuca)" [en línea] (Trabajo de titulación). Escuela de Formación Profesional de Bromatología y Nutrición Humana, Iquitos, Perú. 2019, pp. 29-32. [Consulta: 21 enero 2021] Disponible en: <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/6463>

CHASILOA, N. & TOAQUIZA, S., Nutri Colada.[en línea]. (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Cotopaxi; Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Latacunga, Ecuador. 2017. pp. 5-9 [Consulta: 16 enero 2021] Disponible en:<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/4192>

CHUQUILIN, R.; et al. "Propiedades funcionales de productos tradicionales congelados y secados al sol de oca (*Oxalis tuberosa* Molina) y olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas)" [En línea], 2021, p. 367. [Consulta: 09 febrero 2021]. ISSN : 2707-3602. Disponible en: <https://doi.org/10.37073/puriq.2.3.100>

COPELAND, L.; et al. "Food Hydrocolloids Form and functionality of starch". *Food hydrocolloids* [en línea], 2009, 23 (6), pp. 1528. [Consulta: 09 febrero 2021]. ISSN 0268-005X.

DOI 10.1016/j.foodhyd.2008.09.016. Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2008.09.016>.

ER, M. & HUERTA, N. Desarrollo de un biopolímero a partir de residuos orgánicos [en línea]. (Trabajo de titulación). Universidad Abierta y a Distancia de México, Cozumel, México. 2019. p. 9. [Consulta: 09 febrero 2021]. Disponible en:
http://www.repositorio.unadmexico.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/196/1/PT2_2091-1_ES1410912236.pdf

ESCOBAR, D.; et al. "Películas biodegradables y comestibles desarrolladas en base a aislado de proteínas de suero lácteo : estudio de dos métodos de elaboración y del uso de sorbato de potasio como conservador". *Laboratorio Tecnológico Del Uruguay* [en línea], 2009, 4 (4), pp. 33-36. [Consulta: 09 febrero 2021]. Disponible en:
<https://ojs.latu.org.uy/index.php/INNOTEC/article/view/51/42>

FATIMAH, N.; et al. "Bioremediation Science And Technology The Development of Banana Peel / Corn Starch Bioplastic Film : A Preliminary Study". *Hibiscus* [en línea], 2017, 5 (1), pp. 1-17. [Consulta: 09 febrero 2021]. Disponible en:
<https://journal.hibiscuspublisher.com/index.php/BSTR/article/view/352>

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations [En línea], 2015. [Consulta: 29 enero 2021]. Disponible en: <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/010/a1028s/a1028s03.pdf>.

GARAY, D. Obtención De Biopelículas De Almidón A Partir De Dos Variedades De Maíz Amiláceo Y Amarillo Duro (*Zea mays*. L.) [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Ingeniería Agroindustrial 2019. p. 4. [Consulta: 13 febrero 2021]. Disponible en:
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNHE_0e09c27e7b0ea025f9b93c9250ec7a93

GONZÁLES, A.; et al. "Películas biodegradables a base de almidón: propiedades mecánicas, funcionales y biodegradación". *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos* [en línea], 2016, 7 (1), p. 83. [Consulta: 19 febrero 2021]. Disponible en:
<http://oaji.net/articles/2017/4924-1495587302.pdf>

GONZÁLEZ, F. "Manual de prácticas de los laboratorios de alimentos". *Dríos* [en línea], 2015. p. 61. [Consulta: 11 diciembre 2020]. ISSN 0096-882X, 0096-882X. Disponible en:
http://www.archivos.ujat.mx/2015/div_rios/MP-DAMR-LBR-R01.pdf.

GUTIÉRREZ, H. & SALAZAR, R. *Análisis y diseño de experimentos* [en línea] Segunda Edición. Guadalajara-México: Mc Graw Hill 2008. [Consulta: 13 febrero 2021]. Disponible en: https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w19537w/analisis_y_diseno_experimentos.pdf

HAIDER, T.; et al. "Plastics of the Future? The Impact of Biodegradable Polymers on the Environment and on Society". *Angewandte Chemie - International Edition* [en línea], 2019, 58. p. 53. [Consulta: 21 enero 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/anie.201805766>

HARO, M. Elaboración De Melloco (*Ullucus Tuberosus*) Cocido Y Empacado Al Vacío En La Asociación Pasguazo Zambrano Perteneciente A La Parroquia San Juan [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de Chimborazo, Ambato, Ecuador. 2011. pp. 13-14 Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/383>

HU, B. "Biopolymer-based lightweight materials for packaging applications". *Biopolymer-based lightweight materials for packaging applications* s.l. : ACS Symposium Series. [en línea], 2014. 1175. 19475918. [Consulta: 24 noviembre 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/286238124_BiopolymerBased_Lightweight_Materials_for_Packaging_Applications

JOAQUI, D. & VILLADA, S. "Propiedades Ópticas Y Permeabilidad Producidas A Partir De Almidón Optical Properties And Water Vapor Permeability In Films Produced From Starch Propiedades Ópticas E Permeabilidade". *Biotecnología En El Sector Agropecuario Y Agroindustrial* [en línea], 2013, 2 (2), pp. 59-68. [Consulta: 13 febrero 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/313794004_OPTICAL_PROPERTIES_AND_WATER_VAPOR_PERMEABILITY_IN_FILMS_PRODUCED_FROM_STARCH

LI, C.; et al. "A combined action of amylose and amylopectin fine molecular structures in determining the starch pasting and retrogradation property". *International Journal of Biological Macromolecules* [en línea], 2020, 164 (1), pp. 2717–2725. [Consulta: 24 noviembre 2020]. ISSN 18790003. DOI 10.1016/j.ijbiomac.2020.08.123. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.08.123>.

MANCHENO, M.; et al. "Aprovechamiento energético de residuos plásticos obteniendo combustibles líquidos, por medio del proceso de pirólisis". *La Granja* [en línea], 2016, 23(1), pp. 53-59. [Consulta: 21 noviembre 2020]. ISSN 1390-3799. Disponible en: [10.17163/lgr.n23.2016.06](https://doi.org/10.17163/lgr.n23.2016.06).

MARICHELVAM, M.; et al. "Corn and Rice Starch-Based Bio-Plastics as Alternative Packaging Materials". *MDPI* [en línea], 2019, 7, pp. 1-2. [Consulta: 21 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2079-6439/7/4/32/htm>

MARTÍN, A. "La Contribucion De Los Materiales Plasticos Al Desarrollo Sostenible". *plasticsEurope* [en línea], 2010, pp. 5-6. [Consulta: 16 enero 2021]. Disponible en: <https://web.ua.es/es/ecocampus/documentos/consejos-ambientales/plasticseurope.pdf>.

MAULIDA, L.; et al. "Production Of Bioplastic From Avocado Seed Starch Reinforced With Microcrystalline Cellulose From Sugar Palm Fibers". *Engineering Science and Technology* [en línea], 2018, 13 (2), pp. 382. [Consulta: 09 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Production-of-Bioplastic-from-Avocado-Seed-Starch-Lubis-Harahap/567d6acc54d343425cb30d1a87036adc0482fc3>

MÉITE, N.; et al. "Properties of hydric and biodegradability of cassava starch-based bioplastics reinforced with thermally modified kaolin". *Laboratoire de Chimie des Matériaux Inorganiques (LCMI), UFR SSMT, Université Félix* [en línea], 2020, 4, pp. 2-3. [Consulta: 23 noviembre 2021]. Disponible en: [10.1016/j.carbpol.2020.117322](https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.117322).

MEZA, P. Elaboración De Bioplásticos A Partir De Almidón Residual Obtenido De Peladoras De Papa Y Determinación De Su Biodegradabilidad A Nivel De Laboratorio [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional Agraria de la Molina, Lima, Perú. 2016. pp. 61-64. [Consulta: 19 febrero 2021]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2016>

MOGROVEJO, G. Determinación de la influencia de dos métodos distintos en la obtención de almidón a partir de la oca (*Oxalis tuberosa* Molina) variedad amarilla. [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. 2019. pp. 50-52. [Consulta: 19 febrero 2021]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17712>

MONTOYA, J. & QUINTERO, V. *Evaluacion Fisicotermica Y Reologica De Harina Y Almidón De Plátano Dominic Hartón (Musa Pa/radisiaca Abb) Thermal And Rheological Evaluation Of Flour And Starch From Banana Dominico Harton (Musa paradisiaca ABB).* Quindío- Colombia: Universidad del Quindío, 2014 . [Consulta: 19 febrero 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/317257359_Evaluacion_fisicotermica_y_reologica_de_harina_y_almidon_de_platano_dominico_harton_musa_paradisiaca_abb

MONTÚFAR, J.; et al. "Propiedades Reológicas y Funcionales del Almidón Procedente de Tres Variedades de Papa Criolla" *Revista Información Tecnológica* [en línea]. 2019. (Colombia) 30(6). [Consulta: 13 febrero 2021]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642019000600035

NARANJO, E.; et al. "Caracterización eco-geográfica de Melloco (*Ullucus tuberosus* C.) en la región alto Andina del Ecuador Resumen Introducción". *Revista De La Agrociencias* [en línea]. 2018, 33, pp. 2477-8982. [Consulta: 09 febrero 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/332361483_Caracterizacion_Ecogeografica_de_melloco_Ullucus_tuberosus_C_En_la_Region_Alto_Andina_del_Ecuador

ORDAZ, A.; et al. *Métodos estadísticos y econométricos en la empresa y para finanzas* [en línea]. Sevilla-España: Universidad Pablo de Olavide, 2019. pp. 4. [Consulta: 29 enero 2021]. Disponible en: <https://libros.metabiblioteca.org/handle/001/362>

PAREDES, B., Utilización Del Melloco (*Ullucus Tuberosus*) Como Ingrediente Principal En La Elaboración De Postres, Riobamba [en línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Salud Pública, Escuela de Gastronomía, Riobamba, Ecuador. 2016. pp. 22-24. [Consulta: 29 enero 2021]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/11350>

PINTO, M. Hidrogeles y aerogeles con almidón oxidado de melloco entrecruzado con quitosano para la liberación controlada de fármacos. Tesis (Ingeniera Química), Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias e Ingenierías; Quito, Ecuador, 2020. p. 18. [Consulta: 29 enero 2021]. Disponible en: <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/9248>

ZALDIVAR, I. & CORNEJO, R., "Laboratorio de Alimentos I. Procedimientos". *Laboratorio de Alimentos I. Procedimientos* [en línea], 2003, 1, pp. 7. [Consulta: 11 diciembre 2020]. Disponible en: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/PROCEDIMIENTOS13-I_20566.pdf.

RAVINDRA, G. "Com Cross-linking of Polyvinyl Alcohol/Starch Blends by Epoxy Silane for Improvement in Thermal and Mechanical Properties". *Bioresources* [en línea], 2019, 14, pp. 3833-3843. [Consulta: 16 enero 2021]. Disponible en: <https://bioresources.cnr.ncsu.edu/resources/cross-linking-of-polyvinyl-alcohol-starch-blends-by-epoxy-silane-for-improvement-in-thermal-and-mechanical-properties/>

SALGADO, R. "Análisis de las Curvas de Gelatinización de Almidones Nativos de tres Especies de Ñame: Criollo (*Dioscorea alata*), Espino (*Dioscorea rotundata*) y Diamante 22 Analysis of the Gelatinization Curves of Native Starches of three Species of Yam: Criollo (Diosco". *Información Tecnológica* [en línea], 2019, 30 (4), pp. 93-102. [Consulta: 13 febrero 2021]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000400093>.

SARASWAT, Y., PATEL, M., SAGAR, T. & SHIL, S., *Bioplastics from Starch* [en línea]. Ahmedabad-India: Chemical Engineering Department Institute of Technology, 2018. [Consulta: 13 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.rsisinternational.org/virtual-library/papers/bioplastics-from-starch/>

TORRES, V., Determinación proximal de los principales componentes nutricionales de siete alimentos: yuca, zanahoria amarilla, zanahoria blanca, chocho, avena laminada, harina de maíz y harina de trigo integral [en línea] (Trabajo de titulación). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador. 2014. [Consulta: 16 enero 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/3356>

VALCÁRCEL-YAMANI, B. "The physical, chemical and functional characterization of starches from andean tubers: Oca (*Oxalis tuberosa molina*), olluco (*Ullucus tuberosus caldas*) and mashua (*Tropaeolum tuberosum ruiz & pavón*)". *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences* [en línea], 2013, 49 (3), pp. 453-464. [Consulta: 24 noviembre 2020]. ISSN 19848250. Disponible en: [10.1590/S1984-82502013000300007](https://doi.org/10.1590/S1984-82502013000300007).

VELÁSQUEZ, V., Desarrollo de sopa instantánea a partir de Harina de Melloco *Ullucus Tuberosus* [en línea] (Trabajo de titulación). Esceual Superior Politécnica de Litoral, Ecuador. 2011. P.3. [Consulta: 16 enero 2021] Disponible en: [https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/19045/5/TESIS SOPA DE MELLOCO - MARJORIE VANESSA VELASQUEZ FIGUEROA.pdf](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/19045/5/TESIS%20SOPA%20DE%20MELLOCO%20-%20MARJORIE%20VANESSA%20VELASQUEZ%20FIGUEROA.pdf).

VIMOS, C., NIETO, C. & RIVERA, M. "El Melloco - Características , técnicas de cultivo y potencial en Ecuador". *Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuarias - INIAP* [en línea], 1993, 60, pp. 29. [Consulta: 24 noviembre 2021]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2693#:~:text=El%20valor%20nutritivo%20del%20tub%20C3%A9rculo,de%20600%20a%201000%20mm>.

VINOD, A.; et al. "Renewable and sustainable biobased materials : An assessment on bio fibers , bio films , biopolymers and biocomposites". *Journal of Cleaner Production* [en línea], 2020,

258 (11), pp. 120978. [Consulta: 16 enero 2021]. ISSN 0959-6526. DOI 10.1016/j.jclepro.2020.120978. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120978>.

XU, H., & YANG, Y. "Bioplastics from Waste Materials and Low-Value Byproducts". *American Chemical Society* [en línea], 2012 (Washington DC), pp. 113-115. [Consulta: 02 diciembre 2020]. Disponible en: 10.1021/bk-2012-1114.ch008

YUNGÁN PINDA, Á.I. y PILAMALA, A., Efecto Del Método De Extracción Del Almidon De Mashua (*Tropaeolum Tuberosum Ruiz & Pav.*) En Las Características Fisico- Químicas Y Reológicas [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. 2015. pp. 20-23. [Consulta: 19 febrero 2021]. Disponible en: [https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/15884#:~:text=En%20el%20proceso%20de%20extracci%C3%B3n,Tropaeolum%20tuberosum%20Ruiz%20%26%20Pav.\)&text=Los%20resultados%20del%20estudio%20sugieren,caracter%C3%ADsticas%20f%C3%ADsico%20qu%C3%ADmicas%20y%20reol%C3%B3gicas](https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/15884#:~:text=En%20el%20proceso%20de%20extracci%C3%B3n,Tropaeolum%20tuberosum%20Ruiz%20%26%20Pav.)&text=Los%20resultados%20del%20estudio%20sugieren,caracter%C3%ADsticas%20f%C3%ADsico%20qu%C3%ADmicas%20y%20reol%C3%B3gicas).

ZOUNGRANAN, Y.; et al. "Influence of natural factors on the biodegradation of simple and composite bioplastics based on cassava starch and corn starch". *Journal of Environmental Chemical Engineering* [en línea], 2020, 8 (5), pp. 1-2. [Consulta: 23 noviembre 2020]. ISSN 2213-3437. DOI 10.1016/j.jece.2020.104396. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104396>.

ANEXOS

ANEXO A: EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE MELLOCO ROSADO (*Ullucus tuberosus*).

<p>a.</p> 	<p>b.</p> 	<p>c.</p> 			
<p>NOTAS</p>	<p>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>Elaborado por: Daniela Mishell Mora Campaña</p>	<p>EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE MELLOCO ROSADO (<i>Ullucus tuberosus</i>)</p>		
<p>a. Limpieza de la materia prima b. Troceado del melloco c. Licuado del melloco rosado junto con agua.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aprobado ➤ Certificado ➤ Por aprobar ➤ Por calificar ➤ Por verificar 		<p>LÁMINA</p>	<p>ESCALA</p>	<p>FECHA</p>
			<p>1</p>	<p>1:1</p>	<p>2021/02/20</p>

ANEXO B: EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE MELLOCO ROSADO (*Ullucus tuberosus*).

a.



b.



c.



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA INGENIERÍA QUÍMICA Elaborado por: Daniela Mishell Mora Campaña	EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE MELLOCO ROSADO (<i>Ullucus tuberosus</i>)		
			LÁMINA	ESCALA	FECHA
<p>a. Filtrado del almidón junto con el agua.</p> <p>b. Sedimentado de la solución.</p> <p>c. Secado del almidón a temperatura ambiente.</p>	<p>➤ Aprobado</p> <p>➤ Certificado</p> <p>➤ Por aprobar</p> <p>➤ Por calificar</p> <p>➤ Por verificar</p>		1	1:1	2020/02/20

ANEXO C: CARACTERIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE MELLOCO ROSADO (*Ullucus tuberosus*).



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA INGENIERÍA QUÍMICA Elaborado por: Daniela Mishell Mora Campaña	CARACTERIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE MELLOCO OBTENIDO.		
			LÁMINA	ESCALA	FECHA
<p>a. <i>Determinación de pH del almidón.</i></p> <p>b. <i>Determinación de humedad y ceniza del almidón</i></p> <p>c. <i>Determinación de la temperatura de gelatinización.</i></p>	<p>➤ <i>Aprobado</i></p> <p>➤ <i>Certificado</i></p> <p>➤ <i>Por aprobar</i></p> <p>➤ <i>Por calificar</i></p> <p>➤ <i>Por verificar</i></p>		1	1:1	2020/20/02

ANEXO D: CARACTERIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE MELLOCO ROSADO (*Ullucus tuberosus*).



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA INGENIERÍA QUÍMICA Elaborado por: Daniela Mihell Mora Campaña	CARACTERIZACIÓN DE ALMIDÓN DE MELLOCO OBTENIDO.		
a. <i>Determinación de la viscosidad en el almidón.</i>	➤ <i>Aprobado</i>		LÁMINA	ESCALA	FECHA
b. <i>Preparación de muestras para la determinación de solubilidad.</i> c. <i>Determinación de viscosidad del almidón.</i>	➤ <i>Certificado</i> ➤ <i>Por aprobar</i> ➤ <i>Por calificar</i> ➤ <i>Por verificar</i>		1	1:1	2020/02/20

ANEXO E: FORMULACIÓN DE LAS BIOPELÍCULAS OBTENIDAS A BASE DE ALMIDÓN DE MELLOCO ROSADO.

a.



b.

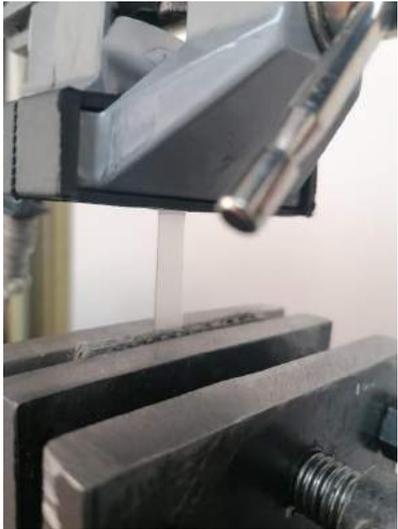


c.



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA INGENIERÍA QUÍMICA Elaborado por: Daniela Mishell Mora Campaña	PREPARACIÓN DE LA BIOPELÍCULA A BASE DE ALMIDÓN.		
			LÁMINA	ESCALA	FECHA
<p>a.</p> <p>b. <i>Formulación de biopelícula en molde grande.</i></p> <p>c. <i>Desmoldado de las biopelículas de las cajas Petri.</i></p>	<p>➤ <i>Aprobado</i></p> <p>➤ <i>Certificado</i></p> <p>➤ <i>Por aprobar</i></p> <p>➤ <i>Por calificar</i></p> <p>➤ <i>Por verificar</i></p>		1	1:1	2020/02/20

ANEXO F: CARACTERIZACIÓN DE LAS BIOPELÍCULAS OBTENIDAS A PARTIR DE ALMIDÓN DE MELLOCO ROSADO.

<p>a.</p> 	<p>b.</p> 	<p>c.</p> 	<p>d.</p> 		
<p>NOTAS</p>	<p>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA INGENIERÍA QUÍMICA Elaborado por: Daniela Mishell Mora Campaña</p>	<p>CARACTERIZACIÓN DE LA BIOPELÍCULA DE ALMIDÓN DE MELLOCO.</p>		
<p>a. <i>Análisis de solubilidad de la biopelícula.</i></p> <p>b. <i>Análisis de permeabilidad de la biopelícula.</i></p> <p>c. <i>Ensayo de tracción de la biopelícula.</i></p> <p>d. <i>Análisis de biodegradación.</i></p>	<p>➤ <i>Aprobado</i></p> <p>➤ <i>Certificado</i></p> <p>➤ <i>Por aprobar</i></p> <p>➤ <i>Por calificar</i></p> <p>➤ <i>Por verificar</i></p>		<p>LÁMINA</p> <p>A</p>	<p>ESCALA</p>	<p>FECHA</p>
			<p>1</p>	<p>1:1</p>	<p>2020/02/20</p>

ANEXO G: APLICACIÓN DE LA BIOPELÍCULA OBTENIDA.

a.



b.



c.



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA INGENIERÍA QUÍMICA Elaborado por: Daniela Mishell Mora Campaña	APLICACIÓN DE LA BIOPELÍCULA.		
			LÁMINA	ESCALA	FECHA
<p>a. Fresas a usar para la aplicación de la biopelícula.</p> <p>b. Aplicación de la biopelícula.</p> <p>c. Resultado de la aplicación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aprobado ➤ Certificado ➤ Por aprobar ➤ Por calificar ➤ Por verificar 		1	1:1	2020/02/20

ANEXO H: INFORME DE DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AMILOSA POR EL INIAP.

MC-LSAIA-2201-03

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

INFORME DE ENSAYO No: 21-007

NOMBRE PETICIONARIO: Srta. Daniela Mishell Mora
DIRECCIÓN: Cdla. Juan Montalvo
FECHA DE EMISIÓN: 25/01/2021
FECHA DE ANÁLISIS: Del 8 al 22 de enero de 2021

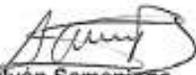
INSTITUCIÓN: Particular
ATENCIÓN: Srta. Daniela Mishell Mora
FECHA DE RECEPCIÓN: 08/01/2021
HORA DE RECEPCIÓN: 11h15
ANÁLISIS SOLICITADO: Amilosa

ANÁLISIS	HUMEDAD	AMILOSA ^Ω				IDENTIFICACIÓN
METODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-04				
METODO REF.	U. FLORIDA 1970					
UNIDAD	%	%				
21-0011	20,48	25,06				Almidón de meloco

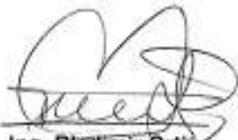
Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

RESPONSABLES DEL INFORME


Dr. Iván Samaniego
RESPONSABLE TÉCNICO




Ing. Bladimir Ortiz
RESPONSABLE CALIDAD

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

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

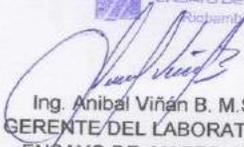
ANEXO I: INFORME DE ENSAYO DE TRACCIÓN DE LA PROBETA 1.



Ing. J. Anibal Viñán B. MsC.

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYO DE TRACCIÓN	
Denominación: RG 18 - 1	
N° 01	
SOLICITADO POR:	Daniela Mishell Mora Campaña
PROYECTO DE TESIS:	"OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE ALMIDÓN DE MELLOCO ROSADO (Ullucus Tuberosus) PARA EMBALAJE DE ALIMENTOS"
DIRECCION:	ESPOCH - FAC. DE CIENCIAS ESC. ING. QUIMICA
TIPO DE MATERIAL:	BIOPELÍCULA - ALMIDÓN DE MELLOCO ROSADO
MATERIAL:	LÁMINA DE PLÁSTICO
FECHA DE FABRICACIÓN:	2020 - 12
NORMA UTILIZADA:	NTE INEN 2635:012
FECHA DE ENSAYO:	27-dic-20
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	TR - 1
CARACTERÍSTICA	TRANSPARENTE
ESPEJOR [mm]	0.17
ANCHURA [mm]	9.85
LONGITUD INICIAL [mm]	25.00
SECCION TRANSVERSAL [mm ²]	1.67
MODULO DE ELASTICIDAD [MPa]	6.496.E+00
CARGA DE FLUENCIA [N]	1.44
ESFUERZO DE FLUENCIA [MPa]	0.86
CARGA MAXIMA [N]	1.47
ESFUERZO MAXIMO [MPa]	0.88
PORCENTAJE DE ELONGACION [%]	17.06
OBSERVACIONES:	

Aprobado por:


 Ing. Anibal Viñán 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.

ANEXO J: INFORME DE ENSAYO DE TRACCIÓN DE LA PROBETA 2.



Ing. J. Anibal Viñán B. MsC.

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYO DE TRACCIÓN	
Denominación: RG 18 - 1	
N° 02	
SOLICITADO POR:	Daniela Mishell Mora Campaña
PROYECTO DE TESIS:	"OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE ALMIDÓN DE MELLOCO ROSADO (Ullucus Tuberosus) PARA EMBALAJE DE ALIMENTOS"
DIRECCION:	ESPOCH - FAC. DE CIENCIAS ESC. ING. QUÍMICA
TIPO DE MATERIAL:	BIOPELÍCULA - ALMIDÓN DE MELLOCO ROSADO
MATERIAL:	LÁMINA DE PLÁSTICO
FECHA DE FABRICACIÓN:	2020 - 12
NORMA UTILIZADA:	NTE INEN 2635.012
FECHA DE ENSAYO:	27-dic-20
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	TR - 2
CARACTERÍSTICA	TRANSPARENTE
ESPEJOR [mm]	0.09
ANCHURA [mm]	9.78
LONGITUD INICIAL [mm]	25.00
SECCION TRANSVERSAL [mm ²]	0.88
MODULO DE ELASTICIDAD [MPa]	1.911.E+01
CARGA DE FLUENCIA [N]	1.94
ESFUERZO DE FLUENCIA [MPa]	2.20
CARGA MAXIMA [N]	2.44
ESFUERZO MAXIMO [MPa]	2.78
PORCENTAJE DE ELONGACION [%]	27.46
OBSERVACIONES:	

Aprobado por:


 Ing. Anibal Viñán 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

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

Tel: 032924420 - Cel: 0987260955

email: jvinan54@lenmav.com
 Riobamba - Ecuador

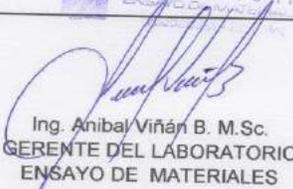
ANEXO K: INFORME DE ENSAYO DE TRACCIÓN DE LA PROBETA 3.



Ing. J. Anibal Viñán B. MsC.

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYO DE TRACCIÓN	
Denominación: RG 18 - 1	
N° 03	
SOLICITADO POR:	Daniela Mishell Mora Campaña
PROYECTO DE TESIS:	"OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE ALMIDÓN DE MELLOCO ROSADO (Ullucus Tuberosus) PARA EMBALAJE DE ALIMENTOS"
DIRECCION:	ESPOCH - FAC. DE CIENCIAS ESC. ING. QUÍMICA
TIPO DE MATERIAL:	BIOPELÍCULA - ALMIDÓN DE MELLOCO ROSADO
MATERIAL:	LÁMINA DE PLÁSTICO
FECHA DE FABRICACIÓN:	2020 - 12
NORMA UTILIZADA:	NTE INEN 2635:012
FECHA DE ENSAYO:	27-dic-20
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	TR - 3
CARACTERÍSTICA	TRANSPARENTE
ESPEJOR [mm]	0.24
ANCHURA [mm]	9.25
LONGITUD INICIAL [mm]	25.00
SECCION TRANSVERSAL [mm²]	2.22
MODULO DE ELASTICIDAD [MPa]	1.027.E+01
CARGA DE FLUENCIA [N]	1.82
ESFUERZO DE FLUENCIA [MPa]	0.82
CARGA MAXIMA [N]	1.97
ESFUERZO MAXIMO [MPa]	0.89
PORCENTAJE DE ELONGACION [%]	15.42
OBSERVACIONES:	

Aprobado por:


 Ing. Anibal Viñán 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

ANEXO L: INFORME DE ENSAYO DE TRACCIÓN DE LA PROBETA 4.



Ing. J. Anibal Viñán B. MsC.

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYO DE TRACCIÓN	
Denominación: RG 18 - 1	
N° 04	
SOLICITADO POR:	Daniela Mishell Mora Campaña
PROYECTO DE TESIS:	"OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UNA BIOPELÍCULA A PARTIR DE ALMIDÓN DE MELLOCO ROSADO (Ullucus Tuberosus) PARA EMBALAJE DE ALIMENTOS"
DIRECCION:	ESPOCH - FAC. DE CIENCIAS ESC. ING. QUÍMICA
TIPO DE MATERIAL:	BIOPELÍCULA - ALMIDÓN DE MELLOCO ROSADO
MATERIAL:	LAMINA DE PLASTICO
FECHA DE FABRICACIÓN:	2020 - 12
NORMA UTILIZADA:	NTE INEN 2635:012
FECHA DE ENSAYO:	27-dic-20
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	TR - 4
CARACTERÍSTICA	TRANSPARENTE
ESPEJOR [mm]	0.04
ANCHURA [mm]	8.69
LONGITUD INICIAL [mm]	25.00
SECCION TRANSVERSAL [mm ²]	0.35
MODULO DE ELASTICIDAD [MPa]	1.149.E+00
CARGA DE FLUENCIA [N]	0.08
ESFUERZO DE FLUENCIA [MPa]	0.24
CARGA MAXIMA [N]	0.09
ESFUERZO MAXIMO [MPa]	0.25
PORCENTAJE DE ELONGACION [%]	14.69
OBSERVACIONES:	PRESENCIA DE FISURAS ANTES DEL ENSAYO

Aprobado por:


 Ing. Anibal Viñán 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

ANEXO M: INFORME DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL ALMIDÓN DE MELLOCO ROSADO (*Ullucus tuberosus*).

RESULTADOS DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS DE ALMIDONES

NOMBRE: Mora Campaña Daniela Mishell
TIPO DE MUESTRA: Almidón de melloco rosado
FECHA DE ENTREGA: 05/01/2021

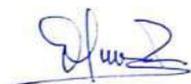
Exámen Físico

COLOR: Blanco
OLOR: Inodoro
ASPECTO: Granular

Exámen Bacteriológico

Determinaciones	Unidades	*Valores de referencia	Resultados
Coliformes Totales	UFC/g	-	600
Coliformes Fecales (<i>Escherichia Coli</i>)	UFC/g	<10	0
Mohos y levaduras	UFC/g	1000-5000	0

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



Dra. Gina Álvarez R.
RESPONSABLE TÉCNICO LABORATORIO
Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

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

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 26 / 01 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: <i>Daniela Mishell Mora Campaña</i>
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: <i>Ciencias</i>
Carrera: <i>Ingeniería Química</i>
Título a optar: <i>Ingeniera Química</i>
f. Analista de Biblioteca responsable: <i>Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.</i>

**LEONARDO
FABIO MEDINA
NUSTE**

Firmado digitalmente por LEONARDO
FABIO MEDINA NUSTE
Nombre de reconocimiento (DN): c=EC,
o=BANCO CENTRAL DEL ECUADOR,
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE
INFORMACION-ECIBCE, l=QUITO,
serialNumber=0000621485,
cn=LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE
Fecha: 2022.01.26 11:28:33 -05'00'



0127-DBRA-UTP-2022