



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

**IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA ÓPTIMA DE ALMIDÓN DE
QUINUA (*Chenopidium quinoa*) Y JENGIBRE (*Zingiber officinale*)
PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERA QUÍMICA

AUTORA: ESTHELA LISSETTE TIBÁN YANCHATUÑA

DIRECTOR: Ing. HANNIBAL LORENZO BRITO MOINA PhD.

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, **Tibán Yanchatuña Esthela Lissette**

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 de Autor.

Yo, ESTHELA LISSETTE TIBÁN YANCHATUÑA, 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, 23 de marzo del 2022






Esthela Lissette Tibán Yanchatuña

185045727-4

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERIA QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; Tipo: Proyecto de Investigación , **IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA ÓPTIMA DE ALMIDÓN DE QUINUA (*Chenopidium quinoa*) Y JENGIBRE (*Zingiber officinale*) PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO**, realizado por la señorita: **ESTHELA LISSETTE TIBÁN YANCHATUÑA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Marco Raúl Chuiza Rojas MGs. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-03-23
Ing. Hannibal Lorenzo Brito Moina PhD. DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN		2022-03-23
Ing. Linda Mariuxi Flores Fiallos MSc. MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2022-03-23

DEDICATORIA

A Dios por ser mi luz y mi fortaleza, por haberme guiado en el trayecto de mi vida y por darme fuerzas para continuar.

A mis padres por apoyarme en cada paso de mi vida, por creer siempre en mí, por inculcarme sus valores y ser unos padres ejemplares.

A mis hermanas por ser mis compañeras, amigas y por aprender siempre juntas, porque, aunque la vida nos separe nuestros corazones siempre van a estar juntos.

A mi hermano por estar siempre presente, acompañándome en los buenos y malos momentos.

Esthela

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial a Dios por guiar mi camino en cada trayecto de mi carrera, a mis padres Segundo y María, mis hermanas Janeth y Elizabeth, y a mi hermano Fredy quienes me han estado apoyando incondicionalmente, por su aliento y motivación perpetuo para culminar satisfactoriamente mi carrera profesional.

Al ingeniero Hannibal Brito por haberme guiado desde el principio en el desarrollo de la tesis. A todos los ingenieros, técnicos docentes y amigos que me brindaron un consejo para seguir con el desarrollo de mi tesis y así alcanzar la meta deseada.

Esthela

TABLA DE CONTENIDOS

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

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	2
1.1. Antecedentes de la investigación	2
1.2. Marco teórico	4
1.2.1. <i>Quinoa</i>	4
1.2.2. <i>Jengibre</i>	4
1.2.2.1. <i>Origen</i>	5
1.2.2.2. <i>Descripción botánica del jengibre</i>	6
1.2.3. <i>Almidón</i>	6
1.2.3.1. <i>Componentes del almidón</i>	7
1.2.4. <i>Biopelícula</i>	7
1.2.5. <i>Plástico</i>	7
1.2.6. <i>Polímero</i>	8
1.2.6.1. <i>Tipos de polímeros biodegradables</i>	8
1.2.7. <i>Bioplástico</i>	9
1.2.7.1. <i>Componentes del plástico biodegradable</i>	10
1.2.8. <i>Propiedades Mecánicas</i>	10

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO	12
2.1. Objetivos.....	12
2.1.1. <i>Objetivo General</i>	12

2.1.2.	<i>Objetivos Específicos</i>	12
2.2.	Hipótesis y especificaciones de variables	13
2.2.1.	<i>Hipótesis General</i>	13
2.2.2.	<i>Hipótesis Específicas</i>	13
2.2.3.	<i>Identificación de variables</i>	13
2.2.4.	<i>Operacionalización de variables</i>	13
2.2.5.	<i>Matriz de consistencia</i>	14
2.3.	Tipo y diseño de investigación	15
2.3.1.	<i>Tipo de investigación</i>	15
2.3.2.	<i>Diseño experimental de la investigación</i>	15
2.3.2.1.	<i>Diseño factorial 2k</i>	15
2.3.2.2.	<i>Diseño de la mezcla</i>	17
2.4.	Unidad de análisis	17
2.5.	Población de estudio	17
2.6.	Tamaño de muestra	17
2.7.	Selección de la muestra	18
2.8.	Técnicas de recolección de datos	18
2.8.1.	<i>Técnica de extracción de almidón de quinua y jengibre por el método húmedo</i>	18
2.8.2.	<i>Análisis para realizar la caracterización de almidones extraídos</i>	21
2.8.3.	<i>Obtención de una biopelícula a partir de quinua y jengibre</i>	23
2.8.4.	<i>Caracterización de las biopelículas</i>	24
2.8.5.	<i>Ensayo de Tracción</i>	26

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	27
3.1.	Datos y discusión de resultados de quinua y jengibre	27
3.1.1.	<i>Análisis cualitativos de quinua y jengibre</i>	27
3.1.1.1.	<i>Análisis cualitativo de la materia prima</i>	27
3.1.2.	<i>Análisis sensorial de quinua y jengibre</i>	28
3.2.	Datos y discusión de resultados del almidón de quinua y jengibre	28
3.2.1.	<i>Datos de la extracción del almidón de quinua y jengibre</i>	28
3.2.1.1.	<i>Análisis y discusión de la extracción por método Vía Húmeda</i>	28
3.2.1.2.	<i>Análisis y discusión de la aplicación del diseño factorial 2k para determinar el rendimiento del almidón de quinua y jengibre</i>	29
3.2.2.	<i>Cálculo del rendimiento del almidón de quinua</i>	29

3.2.3.	<i>Cálculo del rendimiento del almidón de jengibre</i>	29
3.2.3.1.	<i>Análisis de varianza de quinua</i>	32
3.2.3.2.	<i>Análisis de Tukey del rendimiento del almidón obtenido</i>	32
3.2.3.3.	<i>Análisis de varianza de jengibre</i>	32
3.2.3.4.	<i>Discusión de Análisis de varianza ANOVA</i>	33
3.3	Caracterización Físico- Químico de la materia prima de quinua y jengibre	33
3.4.	Caracterización Físico- Químico del almidón de quinua y jengibre	34
3.5.	Caracterización Físico- Químico, mezcla del almidón de quinua y jengibre	35
3.5.1.	<i>Análisis y discusión de la mezcla de almidones de quinua y jengibre</i>	35
3.6.	Análisis del tratamiento del diseño experimental del bioplástico 2k	37
3.6.1.	<i>Formulación del bioplástico</i>	37
3.6.2.	<i>Análisis de la formulación a escalas</i>	37
3.6.3.	<i>Análisis sensorial de las formulaciones a escalas</i>	37
3.6.4.	<i>Formulación de la biopelícula estable</i>	38
3.6.4.1.	<i>Análisis y discusión de la formulación de la biopelícula estable</i>	38
3.6.5.	<i>Análisis del espesor</i>	38
3.6.6.	<i>Análisis sensorial de la biopelícula</i>	39
3.6.7.	<i>Resultado de la determinación del tratamiento del diseño experimental del bioplástico 2k</i>	40
3.6.7.1.	<i>Análisis y discusión de la determinación del tratamiento del diseño experimental del bioplástico 2²</i>	42
3.7.	Análisis físico-químico y mecánico de la biopelícula	42
3.7.1.	<i>Humedad</i>	42
3.7.1.1.	<i>Análisis de la Humedad</i>	43
3.7.2.	<i>Solubilidad en el agua</i>	43
3.7.2.1.	<i>Análisis de solubilidad en agua</i>	44
3.7.3.	<i>Permeabilidad</i>	44
3.7.3.1.	<i>Análisis de permeabilidad</i>	45
3.7.4.	<i>Ensayo mecánico</i>	45
3.7.4.1.	<i>Análisis del ensayo mecánico</i>	46
3.7.5.	<i>Biodegradabilidad</i>	46
3.7.5.1.	<i>Biodegradabilidad en el suelo</i>	47
3.7.5.2.	<i>Biodegradabilidad en el Aire</i>	48
3.7.5.3.	<i>Biodegradabilidad en el Agua</i>	48
3.7.5.4.	<i>Análisis y discusión de Biodegradabilidad</i>	49
3.7.6.	<i>Resultados de la aplicación del bioplástico en el producto</i>	50

3.8.	Prueba de hipótesis	50
3.8.1.	<i>Determinación de la mezcla óptima de almidón de quinua y jengibre y la realización de varias formulaciones a diferentes escalas de porcentaje de almidones</i>	50
3.8.2.	<i>Determinación de la eficiencia mediante el método húmedo para la extracción del almidón y la estimación de los 4 tratamientos de almidón de quinua y 4 tratamientos de almidón de jengibre mediante el diseño factorial 2k</i>	51
3.8.3.	<i>Determinación de las características óptimas de los almidones y la formulación de la biopelícula a base de la mezcla de almidones, glicerina y agua</i>	51
3.8.4.	<i>Determinación de las características de las biopelículas de las 4 formulaciones óptimas</i>	51
3.8.5.	<i>Determinación del tiempo de biodegradabilidad del bioplástico y la aplicación de la biopelícula obtenida</i>	52
	CONCLUSIONES.....	53
	RECOMENDACIONES.....	54
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Valor Nutricional de la quinua	5
Tabla 2-1:	Taxonomía del jengibre	6
Tabla 3-1:	Composición Nutricional del Jengibre Fresco.....	6
Tabla 1-2:	Identificación de variables.....	13
Tabla 2-2:	Operacionalidad de variables	13
Tabla 3-2:	Matriz de Consistencia	14
Tabla 4-2:	Extracción del almidón de quinua en base al diseño 2^k	16
Tabla 5-2:	Extracción del almidón de jengibre en base al diseño 2^k	16
Tabla 6-2:	Técnica de extracción de almidón por el método húmedo	18
Tabla 7-2:	Ensayos para realizar la caracterización de los almidones	21
Tabla 8-2:	Ensayos para la caracterización de las biopelículas	24
Tabla 9-2:	Ensayos de tracción para bioplástico.....	26
Tabla 1-3:	Datos y análisis cualitativos de quinua.....	27
Tabla 2-3:	Datos y análisis cualitativos de jengibre.....	27
Tabla 3-3:	Análisis sensorial de quinua	28
Tabla 4-3:	Análisis sensorial de jengibre	28
Tabla 5-3:	Extracción de almidón de quinua por método Vía Húmeda.....	30
Tabla 6-3:	Extracción de almidón de jengibre por método Vía Húmeda.....	31
Tabla 7-3:	Análisis de varianza de quinua	32
Tabla 8-3:	Análisis de TUKEY	32
Tabla 9-3:	Análisis de varianza de jengibre	32
Tabla 10-3:	Análisis de TUKEY	33
Tabla 11-3:	Caracterización Físico- químico de la materia prima de quinua y jengibre	34
Tabla 12-3:	Caracterización Físico- químico del almidón de quinua y jengibre	34
Tabla 13-3:	Caracterización Físico- químico de la mezcla de quinua y jengibre	35
Tabla 14-3:	Formulación del plástico por escalas.....	37
Tabla 15-3:	Análisis sensorial de las formulaciones.....	37
Tabla 16-3:	Datos de 4 formulaciones de la biopelícula estable.....	38
Tabla 17-3:	Análisis sensorial de la biopelícula	39
Tabla 18-3:	Dimensionamiento de los cuatro tratamientos.....	40
Tabla 19-3:	Humedad	42
Tabla 20-3:	Solubilidad en el agua	43
Tabla 21-3:	Datos de Permeabilidad.....	44

Tabla 22-3:	Resultado de Permeabilidad	45
Tabla 23-3:	Resultados de ensayos de Tracción	45
Tabla 24-3:	Datos de biodegradabilidad de la biopelícula.....	46
Tabla 25-3:	Resultado de Biodegradabilidad de la biopelícula en el Suelo.....	47
Tabla 26-3:	Resultado de Biodegradabilidad de la biopelícula en el Aire.....	48
Tabla 27-3:	Resultado de Biodegradabilidad de la biopelícula en el Agua	48
Tabla 28-3:	Resultado del análisis de la mora envuelta en la biopelícula.....	50

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2.	Selección de la muestra de quinua.....	18
Gráfico 2-2.	Selección de la muestra de jengibre.....	18
Gráfico 3-2.	Extracción del almidón de quinua y jengibre	20
Gráfico 4-2.	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de bioplásticos.....	23
Gráfico 1-3.	Resultado de análisis de espesor.....	39
Gráfico 2-3.	Imágenes de Biodegradabilidad T3 en el Suelo.....	47
Gráfico 3-3.	Imágenes de Biodegradabilidad T3 en el Aire.....	48
Gráfico 4-3.	Imágenes de Biodegradabilidad T3 en el Agua	49

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1-2:	Rendimiento del almidón.....	19
Ecuación 2-2:	Índice de absorción de agua.....	21
Ecuación 3-2:	Índice de solubilidad en agua.....	21
Ecuación 4-2:	Poder de hinchamiento	21
Ecuación 5-2:	Contenido de cenizas	22
Ecuación 6-2:	Densidad aparente suelta <i>pas</i>	22
Ecuación 7-2:	Densidad empacada <i>pae</i>	22
Ecuación 8-2:	Porcentaje de humedad del bioplástico.....	24
Ecuación 9-2:	Porcentaje de solubilidad en agua del bioplástico	24
Ecuación 10-2:	Ecuación de la tasa de transmisión de vapor expresada	24
Ecuación 11-2:	Transmisión de vapor de agua	25
Ecuación 12-2:	Porcentaje de biodegradabilidad.....	25

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** EXTRACCIÓN Y TAMIZADO DEL ALMIDÓN DE QUINUA Y JENGIBRE
- ANEXO B:** OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN
- ANEXO C:** CARACTERIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE QUINUA Y JENGIBRE
- ANEXO D:** CARACTERIZACIÓN DE LA MEZCLA DE ALMIDONES
- ANEXO E:** ELABORACIÓN DEL PLÁSTICO BIODEGRADABLE
- ANEXO F:** CARACTERIZACIÓN DEL BIOPLÁSTICO
- ANEXO G:** PRUEBAS MECÁNICAS DE LA BIOPELÍCULA
- ANEXO H:** ANÁLISIS SENSORIAL DE LA MORA EN LA BIOPELÍCULA
- ANEXO I:** RESULTADOS DE PRUEBAS MECÁNICAS T1
- ANEXO J:** RESULTADOS DE PRUEBAS MECÁNICAS T2
- ANEXO K:** RESULTADOS DE PRUEBAS MECÁNICAS T3
- ANEXO L:** RESULTADOS DE PRUEBAS MECÁNICAS T4
- ANEXO M:** ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA MEZCLA DE ALMIDONES
- ANEXO N:** ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALMIDÓN DE QUINUA Y JENGIBRE
- ANEXO O:** ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE LA MATERIA PRIMA
- ANEXO P:** ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA MATERIA PRIMA
- ANEXO Q:** ANÁLISIS DE AMILOSA DE LA MEZCLA DE ALMIDONES
- ANEXO R:** ANÁLISIS DE AMILOSA DE QUINUA Y JENGIBRE

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

A:	Área total de la Biopelícula
Ae:	Almidón empacado
B:	Biodegradabilidad
bs:	base seca
e:	espesor
H:	Humedad
HR1:	Humedad relativa en el interior de la celda
HR2:	Humedad relativa de la cámara con solución de cloruro de sodio saturada
IAA:	Índice de Absorción en Agua
ISA:	Índice de Solubilidad en Agua
ρ_{as}:	Densidad aparente suelta
ρ_{ae}:	Densidad empacada
Pc:	Peso de las cenizas
P_{AO}:	Peso del almidón obtenido
Pf:	Peso final
Pfs:	Peso final soluble
Pfp:	Peso final del almidón
Pg:	Peso del gel
P_{IMP}:	Peso inicial de la materia prima
PH:	Poder de hinchamiento
Pi:	Peso de la muestra inicial
Pip:	Peso inicial del almidón
Pis:	Peso inicial soluble
Pm:	Peso muestra
Pp:	Peso de la probeta
Q:	Peso ganado del desecante en gramos
R:	Rendimiento
RPM:	Revoluciones por minuto
S:	Solubilidad
s':	Presión de vapor de agua a la temperatura del ensayo (MPa) T= 20°C.
t:	tiempo de la prueba en horas
V:	Volumen
WVTR:	Tasa de transmisión de vapor de agua

RESUMEN

En la presente investigación se elaboraron láminas de bioplástico a partir de la mezcla de almidones de quinua (*chenopidium quinua*) y jengibre (*zingiber officinale*), frente a las desventajas que presenta los plásticos derivados del petróleo considerando en la actualidad que son abundantemente utilizados en la industria alimentaria se tiene como finalidad obtener bioplásticos biodegradables favoreciendo a nivel industrial y medio ambiente. La extracción de los almidones de quinua y jengibre se inició mediante vía húmeda una vez obtenido el almidón se procedió a la caracterización físico-química de los almidones bajo la norma FAO. Posteriormente se procedió a la elaboración de las formulaciones óptimas para las láminas de bioplásticos de acuerdo con el diseño factorial 2k. La formulación óptima es de 90% de almidón de quinua y 10% de almidón de jengibre presentando como estable y resistente. De acuerdo con los resultados de las características físico-químicas y mecánicas de las láminas de bioplásticos de los cuatro tratamientos presentan muy buenas propiedades. Así también mediante la norma INEN 2043 los ensayos de tracción cumplan con los requisitos de calidad de láminas delgadas para los bioplásticos. En el ensayo de biodegradabilidad, se comprobó que la degradación en aire, suelo y agua el más eficiente presento el tratamiento 3 ya que en sólo 36 días las biopelículas se degradaron en un 94% en suelo ,60% en aire y 51% en agua. Finalmente, los bioplásticos obtenidos pueden ser utilizados como recubrimientos de alimentos, ya que gran parte de las investigaciones realizadas sobre bioplásticos se han fomentado en reducir costos de producción e incrementar la productividad, por tanto, se recomienda experimentar con otros aditivos que permitan mejorar la calidad de este. Y al mismo tiempo realizar la evaluación con base en la norma EN 13432.

Palabras clave: <ALMIDÓN>, <BIOPLÁSTICOS>, <CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS>, <BIODEGRADABILIDAD>, <ENVOLTURA>, <DISEÑO FACTORIAL>, <CALIDAD>, <CARACTERIZACIÓN>.



0852-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

In the present search, bioplastic sheets were made from the mixture of quinoa (*chenopidium quinoa*) and ginger (*zingibre officinale*) starches, in the face of the disadvantages of petroleum-derived plastics, considering that they are currently widely used in food processing food industry. The aim is to obtain biodegradable bioplastics supporting the industrial and environmental levels. The extraction of quinoa and ginger starches began by wet method. Once the starch was obtained, the physical-chemical characterization of the starches was carried out under the FAO standard. Subsequently, the optimal formulations for the bioplastic sheets were elaborated according to the 2k factorial design. The optimal formulation is 90% quinoa starch and 10% ginger starch, presenting as stable and resistant. According to the results of the physical-chemical and mechanical characterizations of the bioplastic sheets of the four treatments, they present very good properties. Likewise, through the INEN 2043 standard, the tensile tests comply with the quality requirements of thin films for bioplastics. In the biodegradability test, it was found that the most efficient degradation in air, soil and water presented treatment 3 since in just 36 days the biofilms are degraded by 94% in soil, 60% in air and 51% in water. Finally, the bioplastics obtained can be used as food coatings, since much of the research carried out on bioplastics has been focused on reducing production costs and increasing productivity. It is recommended to experiment with other additives to improve its quality. And at the same time carry out the evaluation based on the EN 13432 standard.

Keywords: <STARCH>, <BIOPLASTIC>, <PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERISTICS>, <BIODEGRADABILITY>, <ENVELOPE>, <FACTORIAL DESIGN>, <QUALITY>, <CHARACTERIZATION>.



Dra. Nancy Inca
0602926719

Dra. Nancy Inca
0602926719

INTRODUCCIÓN

El trabajo de titulación tiene como objetivo principal identificar la mezcla óptima de almidón de quinua y jengibre para la elaboración de láminas de bioplástico ya que hoy en día se ha incrementado la contaminación del plástico perjudicando al medio ambiente y la sociedad.

El extraordinario desarrollo de las materias plásticas en ámbitos tan variados explica las múltiples calidades y propiedades de estos materiales plásticos. Sin embargo, varias décadas de aplicación intensiva para usos corrientes de nuestra vida cotidiana han comportado la acumulación de plásticos en nuestro medio ambiente generando fuentes de contaminación atmosférica, además de suelos y medios marítimos. La toma de conciencia por nuestras sociedades industrializadas de esta contaminación a largo plazo y la inducción de los problemas de reciclaje de los plásticos se ha conllevado un estudio sobre el uso de polímeros biodegradables.

En los últimos años algunos fabricantes de envases plásticos han lanzado al mercado varias formas de plásticos biodegradables fabricados con polímeros considerados como recursos naturales renovables, fundamentalmente de los vegetales, cereales y tubérculos.

El requerimiento de los materiales de los bioplásticos se está ampliando a diferentes lugares como: en la medicina, alimentación, juguetes, la moda y especialmente en las bolsas biodegradables, además el bioplástico desempeña un desarrollo sostenible a medida de las grandes emisiones de dióxido de carbono durante la producción del plástico convencional se disminuye con la producción de bioplásticos entre 0.8 y 3.2 toneladas (Lamoreaux y Newland,1977, p.2).

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Antecedentes de la investigación

Los plásticos son materiales manejables generalmente derivados del petróleo, aunque también los existen procedentes de otras fuentes como productos vegetales. Existen variedades de productos para distintas necesidades para envases y empaques (Aguirre et al., 2020, p.5).

El tiempo de degradación y las características físicas del producto dependen principalmente del tipo de plástico empleado, así como de los aditivos agregados durante el proceso. Los plásticos actúan como medios de dispersión de contaminantes metálicos y orgánicos en el mar, como los bifenilos policlorados (PCB), los hidrocarburos poli aromáticos (PAH) y plaguicidas como el DDT (dicloro difenil tricloroetano). Los plásticos también son propensos a la liberación de plastificantes tóxicos, y se ha observado que algunas bacterias forman recubrimientos sobre la superficie de microplásticos que incorporan patógenos potencialmente dañinos para la salud de los organismos que entran en contacto con estas partículas (Aguirre et al., 2020, p.8).

Día a día los polímeros biodegradables se han convertido en una gran alternativa como sustituto de los polímeros sintéticos. De esta manera, la contaminación producida por el desecho de plásticos se ha ido disminuyendo notablemente, convirtiendo aquellos materiales amigos del ambiente como una nueva opción en diferentes aplicaciones. Uno de los polímeros biodegradables más prometedores es el almidón termoplástico, debido a su bajo costo, abundancia de materias primas y facilidad de procesamiento. El almidón es el polímero natural más importante que existe y es la mayor fuente de energía obtenida de biomasa. El almidón se encuentra en las semillas de cereales, en tubérculos, en raíces, en semillas de leguminosas, frutas, troncos y hojas (Quiroga, 2011, p.18).

El Ecuador es un país con gran actividad agrícola, en este sentido es de interés estudiar el aprovechamiento de desechos agrícolas como materia prima para la obtención de bioplásticos, siendo así una oportunidad de negocio para el país, a la vez que se contribuye con el desarrollo de nuevos materiales amigables con el ambiente. Empezar un proyecto de este tipo requiere evaluar las características de las materias primas disponibles, a fin de decidir cuál de ellas representa la alternativa más sostenible para la obtención de un producto que satisfaga las necesidades del mercado, brinde rentabilidad y no comprometa las generaciones futuras (Riera y Palma, 2018, p.6).

El polisacárido más manipulado en la industria alimentaria como ingrediente esencial, por su gran versatilidad y su costo respectivamente bajo, es el almidón. Debido a sus propiedades

fisicoquímicas y funcionales, los almidones se emplean como agentes espesantes para aumentar la viscosidad de salsas y potajes, como agentes estabilizantes de geles o emulsificantes, elementos ligantes y agentes de relleno (Artega et al.,2018, p.2).

Según Ayala, (2013, p.11) en la actualidad Bolivia se constituye en el principal productor de quinua a nivel mundial que abarca el 46% del mercado mundial, seguido de Perú y Estados Unidos con un 42% y 6,3% respectivamente, pero la tecnología actual con la que cuentan las organizaciones es escasa en lo que se refiere a la producción de alimentos intermedios y finales, afectando a la comercialización.

De acuerdo con Contreras et al. (2019, p.21), la semilla de quinua es un pseudocereal importante para la nutrición humana, es originaria de la Región Andina desde Colombia hasta Argentina, siendo los principales productores Perú y Ecuador. Presenta un equilibrio de aminoácidos esenciales, alto contenido de vitaminas y también compuestos nutraceuticos como flavonoides, esta semilla es una excelente fuente de complejo B, vitaminas E y C. Además, la quinua es una semilla con almidón; el almidón es el segundo más abundante en carbohidratos y sus aplicaciones van desde la industria alimentaria y farmacéutica, incluyendo recubrimientos, cosméticos y usos sanitarios, entre otros. La quinua tiene un contenido de 55 a 60% de almidón.

Según Oliva et al. (2018, p.1) menciona que el cereal de quinua posee bajo contenido de humedad, de forma que se considera como un producto seco, es buena fuente de proteína, su color es gris amarillento, y presenta un tamaño de más o menos 2 mm; en cuanto al almidón este posee baja cantidad de humedad, un rango de temperatura de gelatinización permitida para almidones. Es útil para la optimización de procesos industriales, dándole un valor agregado a este pseudocereal. El jengibre es un tubérculo de uso alimenticio y medicinal, se adapta en climas cálidos húmedos, ha sido introducido a la región amazónica en la época colonial, su origen es asiático. Es característico que las plantas de este orden formen rizomas (tallos subterráneos parecidos a raíces); con frecuencia éstos son carnosos y contienen grandes cantidades de almidón u otras sustancias útiles. Además, el almidón de los rizomas contiene hierro, fósforo y ácido ascórbico en cantidades apreciables (Silva, 2006, p.21).

Una posibilidad para reducir el impacto ambiental y fomentar el desarrollo sustentable, es innovar un plástico biodegradable de fuentes renovables. Las fuentes renovables tienen un origen natural y son restablecidas por procesos naturales. Aunque los combustibles fósiles se generaron hace millones de años y son esencialmente naturales, el problema radica en que el ser humano los consume en niveles elevados desde hace años; razón por la cual nuestra dependencia hacia ellos, priva a las futuras generaciones de tener las posibilidades de utilizar estos recursos («Saviplastic» 2018).

1.2. Marco teórico

1.2.1. Quinua

La quinua, es un grano cultivado en el Perú desde épocas prehispánicas; este cultivo ha sido considerado por la FAO como uno de los alimentos del futuro a nivel mundial por su gran capacidad de adaptación agronómica. Existen alrededor de 100 cultivares de quinua, cuyos granos son preparados de diversas maneras para su consumo directo y transformados en múltiples derivados entre ellos las variedades: Collana negra, Pasankalla roja y blanca Junín (Arzapalo et al., 2015, p.2).

Los carbohidratos de la semilla de quinua contienen entre 58% a 68% de almidón; se encuentran localizados en el perisperma en gránulos pequeños (2µm), siendo más pequeños que los granos comunes; son parcialmente cristalinos e insolubles en agua a temperatura ambiente; los tamaños y formas dependen de la fuente biológica en el agua a temperatura ambiente; los tamaños y formas dependen de la fuente biológica; es altamente digerible (Arzapalo et al, 2015, p.6). La quinua entre sus características es considerada como una planta alimenticia de desarrollo anual y que alcanza una altura de 1 a 3 metros; las hojas son anchas y de distintas formas en la misma planta; el tallo central presenta hojas lobuladas y quebradizas, puede o no tener ramas, aquellas diferencias varían dependiendo de la variedad o densidad del sembrado; sus flores son pequeñas y no tienen pétalos. Son hermafroditas por lo que en la mayoría se auto fertilizan. Su fruto es seco, mide aproximadamente 2mm de diámetro y su periodo vegetativo varía entre 150 y 250 días (Ayala, 2013).

1.2.2. Jengibre

El nombre de Jengibre proviene del Sánscrito SPRINGAVERA, cuyo significado es “en forma de cuerno” y este nombre se aplicó probablemente por la forma de la raíz; de esta se originó el nombre griego ZINGIBERI y más tarde el latino ZINGIBER, y el OFFICINALE, que quiere decir “Medicinal” (Espinoza, 2016, p.12). El jengibre es una planta nativa de Asia, cultivada en numerosas partes del mundo incluyendo el oeste de la India, Jamaica y África. Actualmente existen algunos cultivos tecnificados y es una de las plantas medicinales comercializadas y avaladas por OMS (Reyes et al., 2011, p.5).

1.2.2.1. Origen

Quinua es un cultivo andino domesticado hace miles de años por las antiguas culturas de la Región Andina de Sud América. Existen evidencias de que fue alimento básico para las poblaciones prehispánicas hasta la época de la conquista (Gómez y Aguilar, 2016, p.85).

Los requerimientos nacionales y mundiales de la quinua se han incrementado notablemente estimulando se cultivó en toda la región andina y en otros países del mundo. Su productividad y la producción pueden aumentarse a través de muchos factores entre ellos un manejo agronómico del cultivo (Gómez y Aguilar, 2016, p.9).

Valor nutricional de la quinua

El valor proteico se mide en base a dos factores:

- El balance de los aminoácidos
- El contenido de los llamados aminoácidos esenciales

Tabla 1-1: Valor Nutricional de la quinua

Muestra mg/g	%
Energía (Kcal/100g)	453.08
Humedad (%)	13.7
Proteína (%)	13.9
Grasa (%)	9.45
Carbohidratos (%)	66.73
Cenizas (%)	3.70
Fibra (%)	8.61

Fuente: (Loera et al., 2012).

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

La quinua es un alimento cuyos valores nutricionales se destaca por el más completo en cuanto a aminoácidos, en comparación a otros, ya que contiene los 20 aminoácidos incluyendo los 10 más esenciales. Por ejemplo, contiene 40% más de lisina que la leche. La composición de estos aminoácidos permite formar la proteína y la quinua al contener todos los aminoácidos, provee entonces proteína animal procedente de la carne, leche y huevos. También es para destacar el bajo nivel de grasa en comparación a otros cereales. En lo que respecta a los aportes minerales, la quinua muestra superioridad sobre los demás cereales en cuanto a Fosforo, Magnesio, Potasio Hierro, Zinc y sobre algunos en cuanto a Calcio y Manganeso. Además de lo indicado, la quinua provee vitaminas naturales, especialmente A, C, B1, B2, B6 y ácido fólico (Ayala, 2013, p.13) .

1.2.2.2. Descripción botánica del jengibre

El jengibre pertenece a la clase de monocotiledóneas y presenta la siguiente taxonomía.

Tabla 2-1: Taxonomía del jengibre

Reino	Plantae
División	Fanérogamas (Manoliophyta)
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Monocotiledónea (Liliopsida)
Orden	Escitaminales (Zingiberales)
Familia	Zingiberaceae
Género	Zingiber
Especie	Officinale
Nombre Científico	Zingiber officinale Roscoe
Nombre común	Jengibre, Kion (solo en Perú).

Fuente: (Espinoza, 2016).

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

Es un rizoma que cuenta con varios beneficios en cuanto a valores nutricionales y medicinales, tiene un sabor característico y se lo consume en diferentes formas: fresco, seco, en tintura, en jarabe, infusión, preservado o en polvo, el aceite esencial, obtenido a partir de la destilación de rizomas frescos. Los valores nutricionales por cada 100 gramos de jengibre, este rizoma contiene, calcio, hierro, vitaminas y contiene propiedades diuréticas y medicinales (Osculloi, 2011, p.9).

Tabla 3-1: Composición Nutricional del Jengibre Fresco

Componentes	Contenido de 100 g de parte comestible
Calorías	47
Carbohidratos	9
Cenizas	1
Fibra	0,9
Grasa total	1,6
Ácido ascórbico (C)	2 mg
Calcio	44 mg
Fosforo	66 mg
Hierro	1,8 mg
Tiamina (B1)	0,02 mg

Fuente: (Osculloi 2011, p.11).

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

1.2.3. Almidón

El almidón es un polisacárido conformado por dos polímeros: la amilosa y la amilopectina. La amilosa soluble en agua y representa cerca del 16-35% de la materia que constituye el almidón. Está formado por 200 a 300 unidades de glucosa enlazadas mediante uniones glucosídicas α -1,4, en forma de cadenas no ramificadas o enrolladas en forma de hélice. Por otro lado, las moléculas

de la amilopectina contienen enlaces glucosídicas $\alpha 1,6$ constituyen el 64% - 85% del almidón total, y contiene aproximadamente 2000000 unidades de glucosa que se encuentran con frecuencia en forma de ramificaciones de la cadena principal (Nárvaez, 2016, p.9).

1.2.3.1. Componentes del almidón

El almidón está constituido esencialmente por una mezcla de polisacáridos conformada por amilosa y amilopectina, y una fracción minoritaria de 1% a 2% de conformación no glucosídica. La mayoría de los almidones en su estructura glucosídica está conformada por 20 % de amilos y el restante 80% de amilopectina (Contreras et al., 2008, p.1).

La amilopectina en sus estructuras lineales puede formar también complejos; pero estas partes lineales son cortas, las hélices que se forman son cortas y solo se pueden introducir moléculas pequeñas dentro de ellas. La amilopectina puede formar complejos de color rosa y con el yodo y no puede formar complejos con ácidos grasos (Aristizábal y Sánchez, 2007, p.48). La amilosa forma muchos complejos insolubles con un gran número de moléculas orgánicas como alcoholes alifáticos, ácidos monoglicéridos o ácidos grasos lineales; el complejo generalmente precipita cristalizándose lo que permite hacer la separación con la amilopectina. La amilosa tiene como preferencia al yodo y a las moléculas que contienen segmentos hidrofílicos e hidrofóbicos (Aristizábal y Sánchez, 2007, p.49).

1.2.4. Biopelícula

Las biopelículas son una estrategia de supervivencia para los microorganismos que les permite la colonización de ambientes opuestos, tejidos de superficies inertes, aún en condiciones cambiantes y para las bacterias patógenas representan un mecanismo de dispersión de infecciones. Debido a lo anterior, el estudio de las biopelículas permite comprender nuevas formas de colonización, resistencia a antibióticos, transferencia horizontal de genes, entre varios mecanismos compartidos por los microorganismos que las conforman. El propósito es dar un conocimiento general de las comunidades sobresaliendo la importancia en el medio ambiente y las interacciones entre las especies que intervienen en la formación (Loera et al., 2012, p.7).

1.2.5. Plástico

El plástico se define como un material que puede moldearse, los elementos para componer el material puede ser de orgánicos y sintéticos, y tiene diversas aplicaciones en distintas industrias por la flexibilidad, resistencia y bajo costo, adecuados para envasar, conservar y transportar,

usados en productos de consumo como en el sector textil, eléctrico, de transporte, alimentos , de construcción y partes para maquinarias industriales (Pérez, 2017, p.25).

El Ministerio del Ambiente en el Acuerdo No. 019 utiliza la siguiente definición del plástico. Término genérico que describe una gran variedad de sustancias, las cuales se distinguen entre sí por la estructura, propiedades, composición; hace parte de un grupo de compuestos orgánicos denominados polímeros, conformados por largas cadenas macromoleculares que contienen en su estructura carbono e hidrógeno; la obtención es mediante reacciones químicas entre diferentes materias primas de origen natural o sintético, dependiendo de la estructura que forma el carbono al relacionar con hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, cambian las propiedades físicas y la estructura molecular (Pérez, 2017, p.28).

1.2.6. Polímero

Según la IUPAC, un polímero es una macromolécula, es decir, una molécula con masa molecular relativamente grande, formada esencialmente por la repetición múltiple de unidades derivadas de otras moléculas de masa molecular más pequeña denominadas monómeros mediante el proceso de polimerización (Calvo et al., 2013, p.1).

- ❖ ***Polímero biodegradable:*** Polímero que tiene la funcionalidad de ser biodegradable y cuyo residuo se puede valorizar por digestión anaeróbica o plantas de compostaje industrial. Los criterios que definen si un material es compostable están definidos por las normas: EN 13432, EN 14995, ASTM D6400 y la ISO 17088 (Quiñones, 2009, p.2).
- ❖ ***Oxo-biodegradable:*** Polímero de origen fósil al cual se añade un catalizador para permitir su oxidación. La degradación es identificada como resultado del fenómeno de oxidación y biodegradación en simultáneo o sucesivamente. Los plásticos son consumidos por las bacterias y los hongos después que el aditivo ha reducido la estructura molecular y han pasado a ser biodegradables. Los envases y embalajes plásticos con tales mecanismos de degradación no cumplen las normas de compostabilidad (Quiñones, 2009, p.2).
- ❖ ***Biodegradación:*** La biodegradabilidad no depende del origen del material, sino de su estructura química y molecular. Un material es biodegradable si la degradación es consecuencia de la acción de microorganismos y hongos; como resultado final del proceso, el material se convierte en agua, dióxido de carbono y/o metano y biomasa (Quiñones, 2009, p.2).

1.2.6.1. Tipos de polímeros biodegradables

Polímeros naturales: celulosa, almidón y proteínas. El almidón se considera actualmente uno de los principales materiales biodegradables con mayor aplicación. El almidón, termoplástico de carácter fuertemente hidrofílico, de bajo costo y de alta disponibilidad, puede utilizarse como

aditivo biodegradable o material de sustitución en plásticos tradicionales. Este compuesto acelera a degradación de las cadenas de los polímeros sintéticos. Los polímeros naturales tales como carbohidratos, proteínas y ácidos nucleicos presentan átomos de oxígeno y nitrógeno en su cadena principal. Si estos átomos son incluidos en polímeros sintéticos, el material se vuelve más fácilmente degradable. Además, grupos carbonilos absorben energía lumínica que permite que estos materiales sean fotodegradables.

Polímeros sintéticos: poliésteres, poliésteramidas y poliuretanos entre otros.

Polímeros naturales modificados: acetato de celulosa o los polialcanatos.

Materiales compuestos que combinan partículas biodegradables: (por ejemplo. El almidón, la celulosa regenerada o gomas naturales) con polímeros sintéticos (mezclas de almidón y poliestireno, o almidón y policaprolactona) (Zapata et al., 2012, p.2).

1.2.7. Bioplástico

Los bioplásticos son fabricados con materias primas orgánicas que proceden de fuentes renovables, como la fécula de papa, que al final de su vida útil, al ser eliminado como residuo orgánico se descompone en un corto período de tiempo, en presencia de microorganismos: sirviendo de abono orgánico para las plantas (Saviplastic, 2018, p.3).

Los bioplásticos son plásticos biodegradables obtenidos a partir de materias primas renovables diferenciándose del plástico corriente, la síntesis de bioplásticos es un campo emergente, pero está extendido su usos en diferentes sectores : en medicina, alimentación, juguetes, e incluso en el mundo de la moda y por supuesto en bolsas biodegradables (Cerdan et al., 2019, p.16).

➤ Estos materiales presentan ventajas:

- Reducen la huella de carbono.
- Suponen un ahorro energético en la producción.
- No consumen materias primas no renovables.
- Reducen los residuos no biodegradables, que contaminan el medio ambiente.
- No contienen aditivos perjudiciales para la salud como ftalatos o bisfenol A.

➤ Desventaja

Entre las principales desventajas asociadas a los bioplásticos de almidón, en comparación con los plásticos convencionales actualmente en uso, se citan una limitada estabilidad dimensional cuando son expuestos a la humedad; descomposición térmica a bajas temperaturas; y propiedades mecánicas inferiores.

1.2.7.1. Componentes del plástico biodegradable

➤ **Ácido acético**

Es un líquido incoloro, de olor característico. Se obtiene de forma natural diluido en la fermentación microbiana de azúcares, el vinagre contiene este tipo de ácido que es responsable de su olor y sabor. También se encuentra en plantas y animales y se utiliza como intermediario metabólico de una gran cantidad de reacciones biológicas y como intermediario químico en la obtención de monómeros de acetato de vinilo y como solvente de diferentes tipos de plásticos (San Frutos, 2019, p.9).

➤ **Agua Destilada**

El agua por medio de una destilación consiste en separar los componentes basándose en las diferencias en los puntos de ebullición. Los compuestos con una presión de vapor baja tendrán puntos de ebullición altos y los que tengan una presión de vapor alta tendrán puntos de ebullición bajos, dando como resultado libre de impurezas (Valdivia et al., 2015, p.8).

➤ **Plastificante**

Los plastificantes generalmente se agregan a la matriz de proteínas para mejorar la procesabilidad y para modificar las propiedades de la estructura final. A diferencia de los plastificantes "internos", que son copolimerizados o reaccionados con el polímero, los plastificantes "externos" consisten en sustancias de bajo peso molecular y baja volatilidad que interactúan con las cadenas del polímero para producir hinchamiento (Ramon, 2013, p.20).

➤ **Glicerol o Glicerina**

El glicerol es un compuesto orgánico, que tiene tres grupos hidroxilo hidrófilos que son responsables de su solubilidad en agua y su naturaleza higroscópica. La subestructura de glicerol es un componente central de muchos lípidos. El glicerol (C₃H₈O₃) es un plastificante hidrófilo de bajo peso molecular que ha sido ampliamente utilizado en el procesamiento termoplástico de proteínas (Ramon, 2013, p.30).

1.2.8. Propiedades Mecánicas

La mayoría de los materiales están sometidos a fuerzas o cargas. Es importante conocer las características del material de tal manera que este pueda ser utilizado antes de una deformación excesiva que comprometa la integridad física del mismo. Las propiedades mecánicas de un material reflejan la relación entre la fuerza aplicada y la respuesta del material a la misma. Las propiedades mecánicas más importantes son la resistencia [N/m²] y elongación [m] (Nárvaez, 2016,

p.11). Las propiedades mecánicas se pueden medir por ensayo de tracción el cual mide la deformación de la probeta entre dos puntos fijos de la misma medida que incrementa la carga aplicada. Los bioplásticos derivados de almidón son materiales que presentan propiedades mecánicas bajas: es soluble en agua, el bioplásticos puede presentar propiedades de ablandamiento y deformación cuando este entra en contacto con la humedad, resultando en un producto quebradizo. Este tipo de bioplásticos tienen usos limitantes ya que no se puede crear películas flexibles y resistentes (Nárvaez, 2016, p.14).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo General

- Identificar la mezcla óptima de almidón de quinua (*Chenopidium quinoa*) y jengibre (*Zingiber officinale*) para la elaboración de láminas de bioplástico.

2.1.2. Objetivos Específicos

- Extraer el almidón de la quinua y jengibre mediante operaciones unitarias que permitan ser más prácticos a la manipulación esperada.
- Evaluar las características físico-químicas de los almidones de quinua y jengibre para la elaboración de láminas de bioplástico.
- Establecer el porcentaje de mezcla óptima del almidón de quinua y jengibre para la obtención de bioplástico.
- Determinar las propiedades físico-mecánicas de la biopelícula obtenida para valorar su calidad.

2.2. Hipótesis y especificaciones de variables

2.2.1. Hipótesis General

Con el porcentaje de mezcla óptima de almidón de quinua y jengibre, se obtendrá un bioplástico que cumpla la normativa NTE INEN 2043.

2.2.2. Hipótesis Específicas

H₁: La aplicación de las operaciones unitarias ayuda a obtener un mayor rendimiento.

H₂: Las características físico-químicas de la mezcla de almidones ayudarán a mejorar las características mecánicas del bioplástico.

H₃: La caracterización físico-química determinará las propiedades físico-químicas del bioplástico.

H₄: Las características físico-mecánicas ayudan a conocer la calidad del bioplástico.

2.2.3. Identificación de variables

Tabla 1-2: Identificación de variables

Nº	ETAPAS DEL PROCESO	VARIABLES INDEPENDIENTES	VARIABLES DEPENDIENTES
1	Extracción del almidón	Revoluciones por Minuto (RPM) Tiempo de Trituración	Obtención del almidón
2	Formulación de la biopelícula	Porcentaje de almidón de quinua. Porcentaje de almidón de jengibre	Obtención de una biopelícula

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

2.2.4. Operacionalización de variables

Tabla 2-2: Operacionalidad de variables

CATEGORIZACIÓN	VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN/TÉCNICA O MÉTODO
Extracción del almidón de quinua y jengibre mediante el método húmedo.	Revoluciones Por Minuto	Independiente	Velocidad alta y baja (RPM)	Licuadora
	Tiempo de Triturado	Independiente	Segundo (s)	Cronómetro

	Almidón	Dependiente	% amilosa % amilopectina	Análisis Proximal
Formulación de la Biopelícula	Porcentaje de almidón de quinua	Independiente	% Peso (g)	Balanza
	Porcentaje de almidón de jengibre	Independiente	% Peso (g)	Balanza
	Porcentaje de plastificante (glicerina)	Independiente	% Volumen (mL)	Probeta
	Obtención de una biopelícula	Dependiente	% UFC/g	Pruebas físico-químicas, mecánicas y microbiológicas

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

2.2.5. Matriz de consistencia

Tabla 3-2: Matriz de Consistencia

DATOS GENERALES				
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA				
<p>El plástico es un material que se encuentra en la mayoría de los productos que son utilizados en la vida diaria debido a su amplia variabilidad, pero como consecuencia presenta un alto grado de impacto ambiental por la cantidad de residuos que genera.</p> <p>La mayor demanda mundial de materiales plásticos ha provocado una grave contaminación por desechos plásticos, especialmente en el medio marino. Este problema crítico afecta tanto a la vida marina como a los seres humanos, ya que los microplásticos pueden ingresar a la cadena alimentaria y causar varios impactos en la salud.</p>				
<p>OBJETIVOS</p> <p>Identificar la mezcla óptima de almidón de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) y jengibre (<i>Zingiber officinale</i>) para la elaboración de láminas de bioplástico.</p>				
<p>HIPÓTESIS</p> <p>Con el porcentaje de mezcla óptima de almidón de quinua y jengibre, se obtendrá un bioplástico que cumpla la normativa INEN 1456.</p>				
Problemas	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variables de las hipótesis específicas	Técnicas de recolección de datos
¿Se obtiene mayor rendimiento de quinua y jengibre mediante operaciones unitarias?	Extraer el almidón de la quinua y jengibre mediante operaciones unitarias que permitan ser más prácticos a la manipulación esperada.	H1: La aplicación de las operaciones unitarias ayuda a obtener un mayor rendimiento.	Dependientes Obtención del almidón Obtención de una biopelícula.	Cálculo del Rendimiento del almidón obtenido. Tratamiento de datos y análisis de resultados mediante programas como: <ul style="list-style-type: none"> • Excel • Fuentes Bibliográficas
¿Cómo se caracteriza el almidón obtenido?	Evaluar las características físico-químicas de los almidones de quinua y jengibre para la elaboración de	H2: Las características físico-químicas de la mezcla de almidones ayudarán a mejorar las	Independientes Revoluciones Por Minuto (RPM).	

	láminas de bioplástico.	características del bioplástico.	Tiempo de Trituración.	
Se desconoce los porcentajes del almidón de quinua y jengibre, para la obtención de bioplástico.	Establecer el porcentaje de mezcla óptima del almidón de quinua y jengibre para la obtención de bioplástico.	H3: La caracterización físico-química determinará las propiedades físico-químicas del bioplástico.	Porcentaje de almidón de quinua. Porcentaje de almidón de jengibre. Porcentaje de plastificante (Glicerina)	
¿Se obtiene una biopelícula de buena calidad?	Determinar las propiedades físico-mecánicas de la biopelícula obtenida para valorar su calidad.	H4: Las características físico-mecánicas ayudarán a conocer la calidad del bioplástico.		

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

2.3. Tipo y diseño de investigación

2.3.1. Tipo de investigación

La presente investigación es exploratoria, se basa en el propósito de identificar, investigar y determinar resultados mediante análisis de los almidones obtenidos de quinua (*Chenopidium quinoa*) y jengibre (*Zingiber officinale*).

➤ Método hipotético deductivo

Se trata de una explicación inicial para obtener conclusiones particulares para luego ser comprobadas experimentalmente; tiene como finalidad deducir la hipótesis inicial para luego ser sometido por experimentación.

➤ Método lógico inductivo

La investigación se desarrolló mediante fundamentos en proyectos similares con diferentes materias primas realizado dentro y fuera del país, estableciéndose de esta manera una guía adecuada para generar un bioplástico de la mezcla de almidón de quinua y jengibre.

2.3.2. Diseño experimental de la investigación

2.3.2.1. Diseño factorial 2^k

En la presente investigación, en la etapa de extracción del almidón de quinua (*Chenopidium quinoa*) y jengibre (*Zingiber officinale*) se aplicará el Diseño factorial 2^k , el cual estudia el efecto de dos factores considerando dos niveles respectivamente con un total de 4. 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 más. Es decir que se cumple que para $2k$ la siguiente condición ($k \leq 5$), con el diseño factorial completo. Cumpliendo un rango de 4 a 32 tratamientos (Gutiérrez y De la Vara, 2008, p.210).

Tabla 4-2: Extracción del almidón de quinua en base al diseño 2^k

No.	Tratamiento	Variables	Repetición	Volumen agua (ml)	Peso (g)
					PRODUCTO
1	T1	RPM : B t : 80s	R1	500	200
2			R2		
3			R3		
4			R4		
5	T2	RPM : A t : 90s	R1		
6			R2		
7			R3		
8			R4		
9	T3	RPM : B t : :80s	R1		
10			R2		
11			R3		
12			R4		
13	T4	RPM : A t : 90s	R1		
14			R2		
15			R3		
16			R4		

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

Tabla 5-2: Extracción del almidón de jengibre en base al diseño 2^k

No.	Tratamiento	Variables	Repetición	Volumen agua (ml)	Peso (g)
					PRODUCTO
1	T1	RPM : B t : 60s	R1	350	150
2			R2		
3			R3		
4			R4		
5	T2	RPM : A t : 80s	R1		
6			R2		
7			R3		
8			R4		
9	T3	RPM : B t : 60s	R1		
10			R2		
11			R3		
12			R4		
13	T4	RPM : A t : 80s	R1		

14		R2	
15		R3	
16		R4	

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

2.3.2.2. Diseño de la mezcla

En la investigación se aplicará el diseño de experimentos con mezcla de formulación de una biopelícula, compuesta por el: porcentaje de almidón de quinua (*Chenopidium quinoa*) y porcentaje de almidón de jengibre (*Zingiber officinale*); y aditivos. Los principales objetivos del diseño de experimentos con mezcla es cuantificar la influencia que tienen los diferentes componentes sobre la respuesta, en forma individual como en su acción conjunta con otros componentes, para que la mezcla suministre excelentes resultados.

2.4. Unidad de análisis

La unidad de análisis para la presente investigación es: el almidón extraído de quinua (*Chenopidium quinoa*) y jengibre (*Zingiber officinale*); el mismo que será sometido al análisis proximal respectivo; para la formulación de una biopelícula a partir de porcentajes de almidón-plastificante (Glicerina), así como los ensayos de caracterización de esta.

2.5. Población de estudio

La población de estudio corresponde a muestreos de quinua y jengibre proveniente del mercado San Alfonso Provincia de Chimborazo. Beneficiando de manera directa al proyecto de investigación “OBTENCIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DE LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS DEL ECUADOR”, mismo que se encuentra a cargo del grupo de Investigación Ambiental y Desarrollo de la ESPOCH (GIADE).

2.6. Tamaño de muestra

El tamaño de la muestra utilizado para esta investigación es de 4kg de quinua de quinua (*Chenopidium quinoa*) y 2kg de jengibre (*Zingiber officinale*) para los diferentes ensayos respectivamente.

2.7. Selección de la muestra

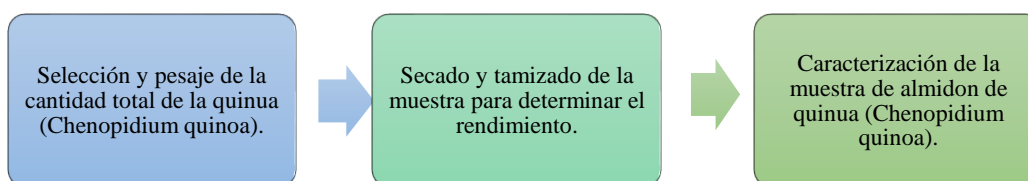


Gráfico 1-2. Selección de la muestra de quinua

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

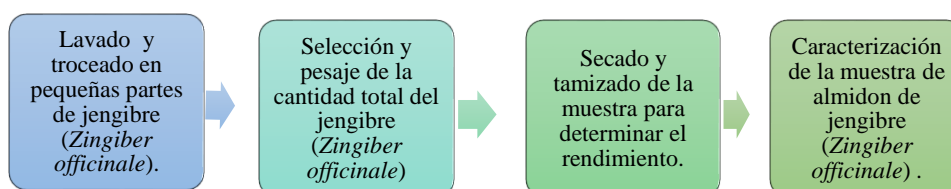


Gráfico 2-2. Selección de la muestra de jengibre

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

2.8. Técnicas de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos requeridos para el considerable desarrollo de trabajo de titulación propuesto son las siguientes:

Recolección de información

- **Fuentes:** internet, bases de datos, libros, revistas científicas, entre otros.
- **Tratamientos de datos y análisis de resultados**
- **Programas:** Excel

2.8.1. Técnica de extracción de almidón de quinua y jengibre por el método húmedo

Tabla 6-2: Técnica de extracción de almidón por el método húmedo

	Materiales y Equipos	Procedimiento
Método Húmedo	<ul style="list-style-type: none"> - Licuadora - Balanza - Bandejas de aluminio - Tela filtrante - Tamices - Mortero y pistilo - Probeta 	<ul style="list-style-type: none"> • Lavar, pelar y trocear la materia prima. • Licuar con agua destilada, por cada 200g de materia prima 500ml de agua destilada. • Filtrar para separar los residuos de la materia prima y así obtener una suspensión. • Dejar reposar 24 horas hasta que se forme un sedimento.

	<ul style="list-style-type: none"> - Cuchillos - Cronómetro - Recipientes - Fundas ziploc 	<ul style="list-style-type: none"> • Mediante decantación natural retirar el exceso de agua. • Pesar el sedimento (almidón húmedo) obtenido. • Secar el sedimento a temperatura ambiente por 48 horas. • Moler la muestra seca con un mortero y pistilo. • Tamizar el producto molido. • Almacenar a temperatura ambiente en fundas ziploc.
	<p>Reactivos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Agua destilada - Quinoa - Jengibre 	
<p>Ecuación 1-2: Rendimiento del almidón</p> $\% R = \frac{P_{Ao}}{P_{IMP}} * 100$		

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

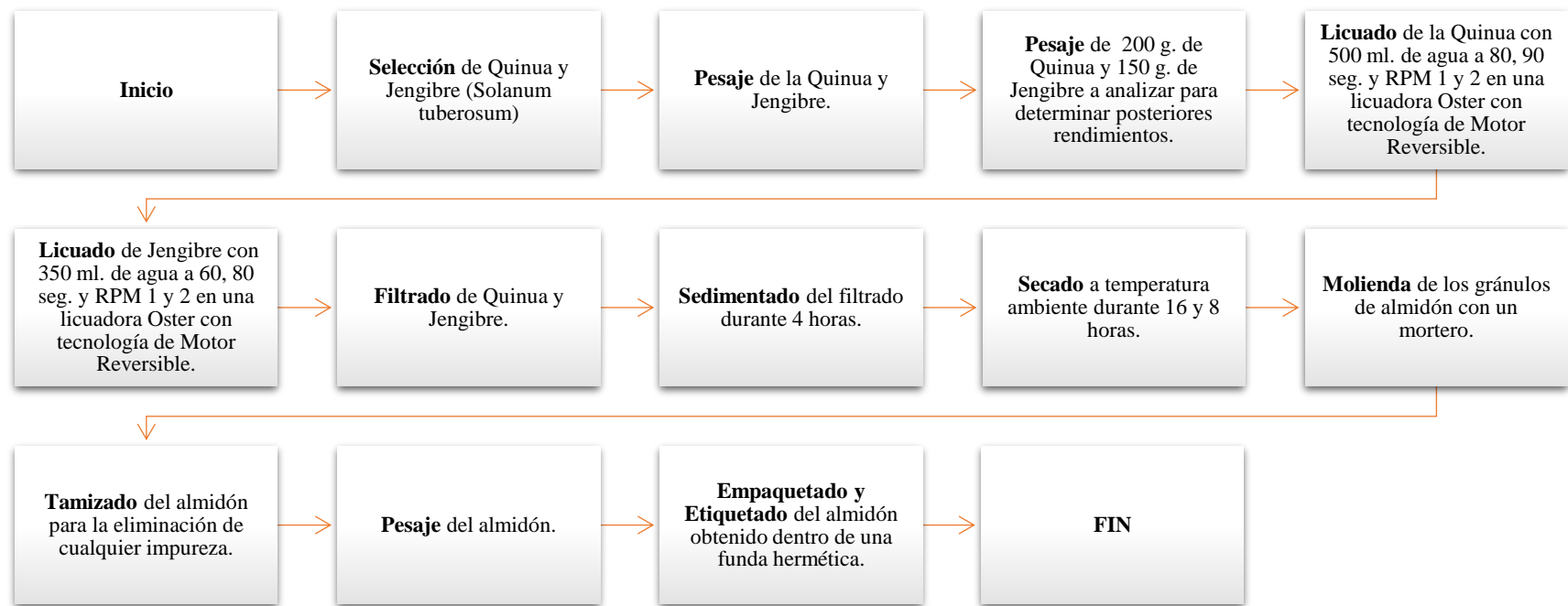


Gráfico 3-2. Extracción del almidón de quinua y jengibre

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

2.8.2. Análisis para realizar la caracterización de almidones extraídos

Tabla 7-2: Ensayos para realizar la caracterización de los almidones

Análisis	Materiales y Equipos	Procedimiento
Solubilidad	<p>Materiales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Balanza analítica • Centrifuga • Tubos de centrifuga de plástico de 50 ml. • Vasos de precipitación de 50ml • Pipeta volumétrica de 10ml • Pipeteador de 30ml • Estufa • Baño a temperatura constante <p>Reactivos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada • Almidón de quinua • Almidón de jengibre 	<ul style="list-style-type: none"> • Pesar tubos de centrifuga secos a 60°C. • Pesar en los tubos 1,25g de almidón (bs) y agregar 30ml de agua destilada precalentada a 60°C y agitar. • Colocar en baño de agua a 60°C durante 30 minutos; agitar la suspensión por 10 minutos. • Decantar el sobrenadante inmediatamente después de centrifugar y medir el volumen. • Tomar 10ml del sobrenadante y colocar en un vaso de precipitación de 50ml. • Secar el sobrenadante en un horno durante toda la noche a 70°C. • Pesar el tubo de centrifuga con el gel. Y Pesar el vaso de precipitación con los insolubles. <p>Ecuación 2-2: Índice de absorción de agua</p> $(IAA) = \frac{Pg (g)}{Pm (g)bs}$ <p>Ecuación 3-2: Índice de solubilidad en agua</p> $(ISA) = \frac{Ps (g) * V * 10}{Pm (g)bs}$ <p>Ecuación 4-2: Poder de hinchamiento</p> $(PH) = \frac{Pg (g)}{Pm (g)bs - Ps (g)}$
pH	<p>Materiales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medidor de pH (rango de 0 a 14) • Soluciones tampón de pH 4,0 y 7,0 <p>Reactivos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada • Almidón de quinua • Almidón de jengibre 	<ul style="list-style-type: none"> • Calibrar el medidor de pH con la solución tampón pH 4,0 y pH 7,0 • Mezclar 20,0 g de almidón en base seca con 100 mL de agua destilada (previamente hervida para eliminar el CO₂) durante 15 minutos • Filtrar a través de un papel filtro Whatman N°1 • Tomar una alícuota y medir el pH con una cifra decimal
Temperatura de Gelatinización	<p>Materiales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Balanza analítica • Vaso de precipitación • Reverbero • Varilla de agitación <p>Reactivos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada • Almidón de quinua • Almidón de jengibre 	<ul style="list-style-type: none"> • Pesar 10 g de almidón y colocar agua destilada, disolver y completar hasta 100mL. • Tomar 50mL de esta suspensión y colocarlo a baño maría con una temperatura de 85°C • Agitar constantemente hasta que se forme una pasta. • Leer directamente la temperatura de gelatinización del termómetro.

<p>Viscosidad De Brookfield.</p>	<p>Materiales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vaso de precipitación • Varilla de agitación • Reverbero <p>Reactivos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada • Almidón de quinua • Almidón de jengibre 	<ul style="list-style-type: none"> • Pesar 25g de almidón, disolver en agua destilada hasta completar 500mL. • Colocar la suspensión en un vaso de precipitación de 1000mL hasta ebullición por aproximadamente 15 minutos. • Finalmente enfriar el gel hasta los 25°C. <ul style="list-style-type: none"> • Leer directamente la viscosidad de un viscosímetro de Brookfield.
<p>Contenido de ceniza</p>	<p>Materiales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Crisoles • Balanza analítica • Mufla • Desecador <p>Reactivos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada • Almidón de quinua • Almidón de jengibre 	<ul style="list-style-type: none"> • Pesar 2g de almidón en un crisol de porcelana previamente tarado, • Colocar el crisol con la muestra en la mufla a 550°C durante tres horas y media, enfriar el crisol y las cenizas en un desecador, • Pesar el crisol que contiene la ceniza y calcular la cantidad de ceniza, expresar el resultado como porcentaje de cenizas totales. <p>Ecuación 5-2: Contenido de cenizas</p> $\%Cenizas = \frac{P_c}{P_i} \times 100$ <p>P_c= Peso de las cenizas (g) P_i = Peso de la muestra inicial (g)</p>
<p>Humedad</p>	<p>Materiales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Balanza analítica • Desecador • Mufla • Crisoles <p>Reactivos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Almidón de quinua • Almidón de jengibre 	<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 dos 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 un peso constante.
<p>Densidad aparente</p>	<p>Materiales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Espátula • Balanza analítica • Probeta graduada de 250 mL • Embudo <p>Reactivos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Almidón de quinua • Almidón de jengibre 	<p>Densidad aparente del almidón suelto</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pesar la probeta graduada vacía. • Adicionar cuidadosamente con una espátula la muestra del almidón a la probeta de 250 mL por medio de un embudo hasta que el volumen total sea libremente completado. <p>Ecuación 6-2: Densidad aparente suelta ρ_{as}</p> $\rho_{as} (g/mL) = \frac{[(P_p + A_s)(g)] - P_{pv} (g)}{V mL}$ <p>Densidad aparente del almidón empacado</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sostener la probeta y adicionar almidón hasta que el volumen ocupado sea el valor mínimo. • Empacar el almidón y medir el volumen de muestra empacada. <p>Ecuación 7-2: Densidad empacada ρ_{ae}</p> $\rho_{ae} (g/mL) = \frac{[(P_p + A_e)(g)] - P_{pv} (g)}{V_{me} (mL)}$

Fuente:(FAO, 1999).

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

2.8.3. Obtención de una biopelícula a partir de quinua y jengibre

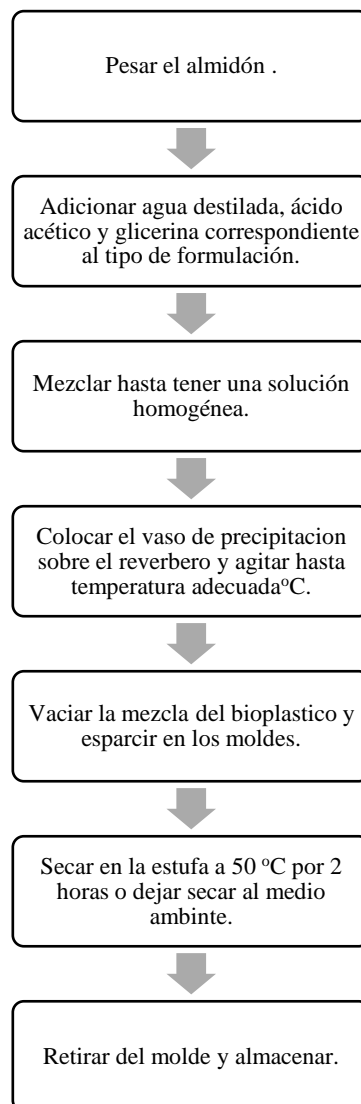


Gráfico 4-2. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de bioplásticos

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

2.8.4. Caracterización de las biopelículas

Tabla 8-2: Ensayos para la caracterización de las biopelículas

N		Procedimiento	Forma de cálculo	Método de ensayo
1	H U M E D A D	La humedad se determinó gravimétricamente pesando las películas secadas al ambiente y posteriormente colocándolas en la estufa con circulación de aire: a 105 °C durante 24h. Se realizaron tres ensayos por cada muestra.	Ecuación 8-2: Porcentaje de humedad del bioplástico $\% H = \frac{P_i - P_f}{P_f} * 100$	Este ensayo fue basado en la revista del Laboratorio Tecnológico de Uruguay del tema PELICULAS BIODEGRADABLES Y COMESTIBLES DESARROLLADAS EN BASE A AISLADO DE PROTEÍNAS DE SUERO LÁCTEO: ESTUDIO DE DOS MÉTODO DE ELABORACIÓN Y DEL USO DE SORBATO DE POTASIO COMO CONSERVADOR
2	S O L U B I L I D A D E N A G U A	Las películas secas se colocaron en 80 ml de agua desionizada con una agitación de 100 rpm durante una hora. Posteriormente se filtró y se colocó en la estufa a 40 °C hasta que esté seca. Luego a 105 °C hasta que tenga un peso constante. Se realizaron ensayos por duplicado de cada tipo de película.	Ecuación 9-2: Porcentaje de solubilidad en agua del bioplástico $\% S = \frac{P_{is} - P_{fs}}{P_{is}} * 100$	Este ensayo fue basado en la revista del Laboratorio Tecnológico de Uruguay del tema PELICULAS BIODEGRADABLES Y COMESTIBLES DESARROLLADAS EN BASE A AISLADO DE PROTEÍNAS DE SUERO LÁCTEO: ESTUDIO DE DOS MÉTODO DE ELABORACIÓN Y DEL USO DE SORBATO DE POTASIO COMO CONSERVADOR
	T R A N S M I	Se empleó el método desecante, el cual utiliza sílica gel previamente activada a 200°C por 24 horas. Posterior a ello, se llenaron los tubos de ensayo de 10cm de altura y 16 mm de diámetro, dejando este	Ecuación 10-2: Ecuación de la tasa de transmisión de vapor expresada en (g/h*m²). $WVTR = \frac{Q}{A}$	ASTM D1653-93: Métodos de prueba estándar para la transmisión de vapor de agua de una película de recubrimiento orgánico.

3	S I Ó N D E V A P O R D E A G U A	<p>espacio libre para mezclar delicadamente la sílica gel durante cada pesado. Las películas se cortaron en cuadrados de 3 cm² por cada muestra, luego se colocaron en la boca del tubo de ensayo sellándolos herméticamente y un pedazo de cinta scotch. Sellados los tubos, fueron pesados y luego colocados en un desecador equilibrado con un ambiente de una HR 60 - 65% que se obtuvo colocando una solución saturada de (NaCl) y una temperatura de 26 - 29°C. Se esperó 1 hora hasta que las muestras lleguen al equilibrio. Las muestras fueron pesadas el primer día cada hora, durante 6 horas consecutivas.</p>	<p>Ecuación 11-2: Transmisión de vapor de agua</p> $WVP = \frac{WVTR * e}{\Delta p}$ $\Delta p = s'(HR_2 - HR_1)$	
4	B I O D E G R A D A B I L I D A D	<p>La biodegradabilidad se evaluó por el método gravimétrico, se consideró un tiempo de exposición de 10 días, y se evaluó la pérdida de peso cada dos días en condiciones aeróbicas. Se tomaron varias muestras de dimensiones 2,5 cm x 2,5 cm. A estas películas se las evaluó en condiciones aeróbicas (2 cm de profundidad)</p>	<p>Ecuación 12-2: Porcentaje de biodegradabilidad</p> $\% B = \frac{P_{ip} - P_{fp}}{P_{ip}} * 100$	<p>Este ensayo se realizó en función de un trabajo de investigación realizado en conjunto de la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda y la Universidad Simón Bolívar, en Venezuela. titulado "DEGRADACIÓN DE PELÍCULAS PLASTIFICADAS DE QUITOSANO</p>

Fuente:(Alimentarios, 2011).

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

2.8.5. Ensayo de Tracción

Tabla 9-2: Ensayos de tracción para bioplástico

<p>El ensayo consiste en deformar la probeta a lo largo de su eje mayor, a velocidad constante aplicando una fuerza determinada hasta que la probeta se rompa o hasta que la carga o el alargamiento alcance un valor previamente elegido.</p>	<p style="text-align: center;">Equipo</p> <p>Máquina de ensayo</p> <ul style="list-style-type: none">• La máquina de ensayo debe ser automotriz y podrá mantener la velocidad de separación de las mordazas.• La probeta de ensayo deberá poder sujetarse firmemente a las mordazas de manera que, en la medida que sea posible, no se deslicen en su interior. Esto puede lograrse utilizando mordazas que mantienen o aumentan la presión sobre las probetas cuando se incrementa la fuerza aplicada a las mismas.
--	---

Fuente: (NTE INEN 2043:2013, 2013)

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1. Datos y discusión de resultados de quinua y jengibre

3.1.1. Análisis cualitativos de quinua y jengibre

Tabla 1-3: Datos y análisis cualitativos de quinua

No.	PRODUCTO	CARACTERÍSTICAS		
		PESO (g)	LONGITUD (mm)	DIÁMETRO (mm)
1	QUINUA	0,006	2,60	0,83
		0,006	2,51	0,80
		0,007	2,60	0,83
		0,006	2,50	0,80
		0,006	2,553	0,812

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

Tabla 2-3: Datos y análisis cualitativos de jengibre

No.	PRODUCTO	CARACTERÍSTICAS		
		PESO (g)	LONGITUD (mm)	DIÁMETRO (mm)
2	JENGIBRE	21,455	45,60	14,51
		24,257	41,80	13,31
		19,423	38,60	12,29
		25,836	49,70	15,82
		22,743	43,925	13,981

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

3.1.1.1. Análisis cualitativo de la materia prima

Se efectuó pesos de las materias primas por separado, como es el caso de la quinua que está demostrado en la Tabla 1-3 debido a que el fruto de quinua es pequeño y de acuerdo con Rodríguez, (2005, p. 25), nos señala que mide aproximadamente 2 mm de diámetro y 1 mm de espesor, mientras que el peso y longitud varía de acuerdo a la variedad que obtenga (Recalde, 2007, p.3). Por otra parte, el análisis del jengibre descrito en la Tabla 2-3, nos indica que tanto el peso como la longitud varían, debido a que presentan diferentes formas exóticas que así mismo el Ministerio, (2017, p.2), obtuvo valores de peso aproximado de 50 gramos.

3.1.2. Análisis sensorial de quinua y jengibre

Tabla 3-3: Análisis sensorial de quinua

No.	PRODUCTO	CARACTERÍSTICAS				
		COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA I	TEXTURA E
1	QUINUA	Blanco	Dulce	Amargo	Pastosa	Rugosa

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

Tabla 4-3: Análisis sensorial de jengibre

No.	PRODUCTO	CARACTERÍSTICAS				
		COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA I	TEXTURA E
1	JENGIBRE	Ceniciento	Aromático	Picante	Fibrorosa	Rigurosidades transversas

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

3.2. Datos y discusión de resultados del almidón de quinua y jengibre

3.2.1. Datos de la extracción del almidón de quinua y jengibre

Inicialmente se seleccionó la materia prima mediante un análisis organoléptico, seguido de esto se aplicó el método factorial 2k para la extracción teniendo dos variables dependientes (*almidón: agua*) e independientes (*velocidad: tiempo*) como es el caso de la quinua que tiene variables de velocidad de RPM alto (20 000) & bajo (6 800) y tiempo de 80 y 90 segundos también se referencia 200 gramos de almidón de quinua y 500 mL de agua destilada y para la extracción del jengibre se trabajó con tiempos de 60 y 80 segundos al igual se tomó como referencia un volumen de 350 mL y 150 gramos de almidón .

3.2.1.1. Análisis y discusión de la extracción por método Vía Húmeda

Para la extracción del almidón de quinua y jengibre se ha elegido el método húmedo debido a su facilidad de manejo, la forma económica y la eficacia que presenta este diseño al ser el más sencillo y completo, En la Tabla 5-3 y 6-3, se encuentran los valores de los tratamientos obtenidos en la extracción del almidón se manifiesta las variables utilizadas en los tratamientos, repeticiones peso, rendimiento y tiempo de secado cada tratamiento con sus respectivas repeticiones características de la siguiente manera T1-Q, T2-Q, T3-Q y T4-Q y T1-J, T2-J, T3-J y T4-J. Las dos variables importantes son el volumen y peso de la materia prima. De acuerdo con el artículo Extracción y caracterización del almidón de tres variedades de quinua (*chenopodium quinoa*

willd) negra *collana*, *pasankalla* roja y blanca *juninde* Arzapalo et al. (2015, p.7) se citó debido a la versatilidad de su método.

3.2.1.2. Análisis y discusión de la aplicación del diseño factorial 2k para determinar el rendimiento del almidón de quinua y jengibre

Teniendo en cuenta la aplicación del diseño factorial en la extracción de almidón de quinua y jengibre se tomó 4 formulaciones de cada almidón, obtenidas por el método húmedo descrito en la Tabla 5-3, nos mostró el T4 -Q con un rendimiento de 16,476% siendo el mayor porcentaje a los demás tratamientos el cual comparando con Ledesma et al. (2021, p.5), que obtuvo 14,1% de rendimiento nos muestra datos similares a los obtenidos. Por otro lado, el rendimiento del almidón de jengibre descrito en la Tabla 6-3, el T4-J presento el mayor rendimiento de 2,099% el cual se obtuvo un rendimiento promedio bajo con respecto al de la Obtención de un plástico biodegradable a partir del almidón de jengibre (*zingiber officinale*) para su uso en el embalaje de alimentos de Niveló (2021, p .48), debido a la cantidad de jengibre utilizada y la cantidad de agua que posee la misma.

3.2.2. Cálculo del rendimiento del almidón de quinua

A partir de la **EC. 1-2**

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{32,9525}{200} \times 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 16,476$$

3.2.3. Cálculo del rendimiento del almidón de jengibre

A partir de la **EC. 1-2**

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{4,1975}{150} \times 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 2,099$$

Tabla 5-3: Extracción de almidón de quinua por método Vía Húmeda

PRODUCTO	TRATAMIENTO	VARIABLES	REPETICIÓN	VOLUMEN AGUA (mL)	PESO (g)			RENDIMIENTO (%)	TIEMPO SECADO (H)		
					PRODUCTO	ALMIDÓN					
						R	PROMEDIO	TOTAL	R	PROMEDIO	
QUINUA	T1-Q	RPM 1 : 80	R1	500	200	21,77	22,0925	88,37	10,885	11,046	16
			R2			21,86			10,930		
			R3			22,85			11,425		
			R4			21,89			10,945		
	T2-Q	RPM 2 : 90	R1			23,11	22,9575	91,83	11,555	11,479	16
			R2			22,81			11,405		
			R3			22,7			11,350		
			R4			23,21			11,605		
	T3-Q	RPM 1 : 80	R1			32,91	32,9275	131,71	16,455	16,464	16
			R2			32,76			16,380		
			R3			33,74			16,870		
			R4			32,3			16,150		
	T4-Q	RPM 2 : 90	R1			33,53	32,9525	131,81	16,765	16,476	16
			R2			33,21			16,605		
			R3			32,97			16,485		
			R4			32,1			16,050		

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

Tabla 6-3: Extracción de almidón de jengibre por método Vía Húmeda

PRODUCTO	TRATAMIENTO	VARIABLE	REPETICIÓN	VOLUMEN AGUA (mL)	PESO (g)		RENDIMIENTO (%)			TIEMPO SECADO (H)	
					PRODUCTO	ALMIDÓN		TOTAL	R		PROMEDIO
						R	PROMEDIO				
Jengibre	T1-J	RPM 1 : 60	R1	350	150	3.58	3.305	13.22	1.790	1.653	8
			R2			3.11			1.555		
			R3			3.15			1.575		
			R4			3.38			1.690		
	T2-J	RPM 1 : 80	R1			3.71	3.7525	15.01	1.855	1.876	8
			R2			3.75			1.875		
			R3			3.73			1.865		
			R4			3.82			1.910		
	T3-J	RPM 2 : 60	R1			3.51	3.53	14.12	1.755	1.765	8
			R2			3.55			1.775		
			R3			3.49			1.745		
			R4			3.57			1.785		
	T4-J	RPM 2 : 80	R1			4.03	4.1975	16.79	2.015	2.099	8
			R2			4.33			2.165		
			R3			4.25			2.125		
			R4			4.18			2.090		

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

3.2.3.1. Análisis de varianza de quinua

Tabla 7-3: Análisis de varianza de quinua

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	7,1289	1	7,1289	109,883	2,1474E-07	4,74722
Columnas	0,49	1	0,49	7,552	0,01770232	4,74722
Interacción	0,455625	1	0,455625	7,022	0,021176	4,74722
Dentro del grupo	0,778525	12	0,0649			
Total	8,85305	15				

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

3.2.3.2. Análisis de Tukey del rendimiento del almidón obtenido

Tabla 8-3: Análisis de TUKEY

T1-Q	T2-Q	T3-Q	T4-Q
10,865	11,555	16,455	16,765
10,93	11,405	16,38	16,605
10,425	11,35	16,87	16,485
10,945	11,605	16,15	16,05

HSD =	0,53
Multiplicador =	4,20
Mse =	0,06
n =	4

	T1-Q	T2-Q	T3-Q	T4-Q
T1-Q		0,69	5,67	5,69
T2-Q			4,99	5,00
T3-Q				0,01
T4-Q				

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

3.2.3.3. Análisis de varianza de jengibre

Tabla 9-3: Análisis de varianza de jengibre

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	0,4489	1	0,4489	26,556	0,00023	4,74722
Columnas	1,243225	1	1,243225	73,545	1,8327E-06	4,74722
Interacción	0,0484	1	0,0484	2,8631	0,1164074	4,74722

Dentro del grupo	0,20285	12	0,01690			
Total	1,943375	15				

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

Tabla 10-3: Análisis de TUKEY

T1-J	T2-J	T3-J	T4-J
3,58	3,71	3,51	4,03
3,11	3,75	3,55	4,33
3,15	3,73	3,49	4,25
3,38	3,82	3,57	4,18

HSD =	0,27
Multiplicador =	4,20
Mse =	0,02
n =	4

	T1-J	T2-J	T3-J	T4-J
T1-J		0,45	0,23	0,89
T2-J			0,22	0,45
T3-J				0,67
T4-J				

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

3.2.3.4. Discusión de Análisis de varianza ANOVA

En la Tabla 7-3, nos muestra un análisis de varianza de ANOVA que se realizó mediante los tratamientos de la extracción del almidón de quinua y esto estableció una interacción de $0,021176122 < 0,5$ teniendo una discrepancia típica significativa. De acuerdo con (Arzapalo, et al., 2015), el análisis de varianza se trabajó con 0,05 de significancia; de acuerdo con los valores de F y el valor crítico para F se rechaza la hipótesis nula teniendo en cuenta que en algún lado se encuentra una diferencia significativa como consecuente se procedió a realizar la prueba de comparaciones de medias Tukey a un nivel de $\alpha=0,05$. De la misma manera se realizó en la Tabla 21-3 el análisis de varianza ANOVA con una interacción de $0,11640738 < 0,5$ el cual los valores de F son menores al valor crítico para F entonces no se rechaza la hipótesis nula, se considera que las medias son iguales, para ello se procedió a realizar la prueba de comparaciones de medidas Tukey dando como resultado que existe diferencia significativa entre tratamientos.

3.3 Caracterización Físico- Químico de la materia prima de quinua y jengibre

Tabla 11-3: Caracterización Físico- químico de la materia prima de quinua y jengibre

No.	PARÁMETROS	UNIDADES	QUINUA	JENGIBRE	ESTÁNDAR	NORMA / INSTITUCIÓN
1	Humedad	%	12.377	67.509	-	INEN 1456
2	Ceniza	%	1,97	1,16	≤2	NTE INEN 520
3	Solubilidad	%	4.853	6.187	-	FAO 2015
4	pH		6.135	6,29	5,00-7,00	FAO 2015
5	Fibra	%	3,71	5,32	-	SAQMIC
6	Proteína	%	10,41	4,43	-	SAQMIC
7	Viscosidad	cP	<60	<60	840-1500 cP	FAO 2015
8	Temperatura de gelatinización	°C	0	0	57,5-70	FAO (Grace,1977)
10	Amilosa	%	21,11	27,36	-	INIAP
11	Amilopectina	%	78,89	72,64	-	INIAP
12	Hongos	UPC/g	10	20	1000-5000	SAQMIC
13	Levaduras y mohos	UPC/g	10	20	1000-5000	SAQMIC
14	Coliformes totales	UPC/g	Ausencia	70	-	SAQMIC

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

3.4. Caracterización Físico- Químico del almidón de quinua y jengibre

Tabla 12-3: Caracterización Físico- químico del almidón de quinua y jengibre

No .	PARÁMETROS	UNIDADES	QUINUA	JENGIBRE	ESTÁNDAR	NORMA / INSTITUCIÓN
1	Humedad	%	10,69	11,17	0,9-15	NTE INEN-ISO 1666
2	Ceniza	%	0,88	0,67	≤2	NTE INEN-ISO 3593
3	Solubilidad	%	3,933	21,007	-	FAO 2015
4	pH		5,66	5,53	5,00-7,00	INEN 1456
7	Viscosidad	cP	969,4	236,7	840-1500 cP	FAO 2015
8	Temperatura de gelatinización	°C	69	70	57,5-70	FAO (Grace,1977)
10	Amilosa	%	24,25	33,44	30,0-40,0	A. Quinua (Inouchi et al., 1999),(Li, Wang y Zhu, 2016),(Rojas y Vargas Mena Milton Pinto Porcel, 2016), (Vazcones,2019) A.Jengibre (Abarca, 2021),(Reyes et al., 1982),(Policegoudra y Aradhya, 2008),(Afolayan et al.,

						2014),(Oliveira et al., 2019)
11	Amilopectina	%	75,75	66,56	-	
12	Hongos	UPC/g	30	11.165	1000-5000	SAQMIC
13	Levaduras y mohos	UPC/g	30	10	1000-5000	SAQMIC
14	Coliformes totales	UPC/g	Ausencia	140	-	SAQMIC

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

En la Tabla 12-3, se obtuvo mediante la normativa ISI 17-1 del Internatinal Starch Institute la viscosidad de almidón de jengibre de 236,70 .De acuerdo con Granados et al., (2014, p.4) la gelatinización va a depender en alto grado del origen botánico del almidón, ya que este determina la relación entre las fracciones amilosa y amilopectina. Estos resultados surgieron la posibilidad de usar este almidón en la industria de alimentos y farmacéutica.

3.5. Caracterización Físico- Químico, mezcla del almidón de quinua y jengibre

Tabla 13-3: Caracterización Físico- químico de la mezcla de quinua y jengibre

PRODUCTO	No.	PARÁMETROS	UNIDADES	VALOR	ESTÁNDAR	NORMA / INSTITUCIÓN
Mezcla de almidón	1	Humedad	%	6,18	-	INIAP
	2	Ceniza	%	0,85	≤2	NTE INEN ISO 3593
	3	Solubilidad	%	8,616	0,27-12,52	FAO 2015
	4	pH		6,306	6,00-7,00	FAO 2015
	7	Viscosidad	cP	985,4	840-1500 cP	FAO 2015
	8	Temperatura de gelatinización	°C	70	57,5-70	FAO (Grace,1977)
	10	Amilosa	%	33,08	-	INIAP
	11	Amilopectina	%	66,92	-	INIAP
	12	Hongos	UPC/g	10	1000-5000	SAQMIC
	13	Levaduras y mohos	UPC/g	10	1000-5000	SAQMIC
	14	Coliformes totales	UPC/g	Ausencia	Ausencia	SAQMIC

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

3.5.1. Análisis y discusión de la mezcla de almidones de quinua y jengibre

Se determinó la caracterización físico-químico y microbiológica a nivel de laboratorio de la mezcla de almidones lo que permitió la valoración de cada ensayo por triplicado para constatar

que se encuentran normalizados y en los rangos pertinentes los cuales se encuentran descritos en la Tabla 13-3. La presente investigación se llevó a cabo bajo la premisa del método húmedo ya que según Carrasco y Vásquez ,(2018, p.4), es un método de bajo costo de producción.

Para obtener el porcentaje de Humedad de la mezcla de almidones se realizó un ensayo externo en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias *INIAP*, de esta manera Gómez et al., (2015, p.5) menciona que mientras más bajos sean estos valores, existe una menor probabilidad de contaminación microbiana principalmente de hongos. Los ensayos de contenido de ceniza se basaron en la NTE-INEN -ISO 3593, el cual cita que no debe contener un porcentaje mayor al 2% el cual se encuentra normalizado, asimismo el contenido de cenizas en almidón está relacionado concisamente con el fósforo, responsable del hinchamiento, la estabilidad de la pasta y de la resistencia a la hidrólisis enzimática del almidón (Jiménez y Martínez, 2016, p.39) .El pH y la viscosidad se encuentran dentro del rango establecido para almidones establecidos por la norma FAO 2015 que corresponde a un almidón de yuca. La temperatura de gelatinización varía de acuerdo al tipo de almidón para los tubérculos 60 - 70 °C según lo afirma (Mogrovejo, 2019, p.40) y la norma FAO con un rango de 57,5-70°C correspondiente al rango que fue determinado a una temperatura de gelatinización de 70°C para la mezcla de almidones de quinua y jengibre. El contenido de amilosa y amilopectina corresponden a los valores de 33,08% y 66,92 % el cual el contenido de amilosa proporciona a plásticos más fuertes y flexibles. La solubilidad obtenida es de 8,616 % el cual se encuentra dentro de los rangos de 0,27-12,52 de acuerdo con la normativa FAO 2015 y según Gómez et al., (2015, p. 20), menciona que la solubilidad puede ser utilizado como un indicador del grado de modificación del almidón, también nos indica el grado de asociación de enlaces intragranulares entre polímeros del almidón (amilosa/amilopectina) Cedeño y Galarza (2013, p.45), nos cita que mientras más contenido de amilosa menor el poder de hinchamiento ya que es neutralizado por un granulo de tamaño más grande así mismo la absorción de agua es el hinchamiento de los gránulos básicamente tiene relación con la temperatura de gelatinización ya que al someterse al calor se rompen los puentes de hidrogeno intermoleculares amorfos lo que hacen que existan reacciones irreversibles. En cuanto al análisis microbiológico correspondiente a coliformes totales, hongos, levaduras y mohos, los valores obtenidos se encuentran dentro del rango, con respecto a los coliformes totales presentó ausencia por lo que se puede manifestar que el almidón está libre de patógenos.

3.6. Análisis del tratamiento del diseño experimental del bioplástico 2k

3.6.1. Formulación del bioplástico

Tabla 14-3: Formulación del plástico por escalas

ESCALA (%)	CANTIDADES				
	QUINUA (g)	JENGIBRE(g)	Glicerina (ml)	Ácido acético(ml)	Agua destilada (ml)
50-50	1,5	1,5	0,5	2	40
70-30	1,4	0,6	1	2	40
80-20	1,6	0,4	0,5	2	40
90-10	1,8	0,2	1	2	40

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

3.6.2. Análisis de la formulación a escalas

Mediante las diferentes formulaciones que se ejecutó a base de escalas para la obtención de una biopelícula, la formulación más estable que se obtuvo fue la escala 90% de almidón de quinua con 1,8 gramos y 10% de almidón de jengibre con 0,2 gramos, tomando la forma redonda del molde circular que se realizó inicialmente, se visualizó poca transparencia, pero se obtuvo una textura estable.

3.6.3. Análisis sensorial de las formulaciones a escalas

Tabla 15-3: Análisis sensorial de las formulaciones

ESCALA (%)	ANÁLISIS SENSORIAL			
	MOLDEO	FORMA PELÍCULA	TRANSPARENCIA	ESTABILIDAD
50-50	CIRCULAR	SEMICIRCULAR	OPACA	INESTABLE
70-30	CIRCULAR	SIN FORMA	OPACA	INESTABLE
80-20	CIRCULAR	QUEBRADIZA	OPACA	POCO ESTABLE
90-10	CIRCULAR	REDONDA	POCA TRANSPARENCIA	ESTABLE

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

De los 4 formulaciones a escala porcentual se obtuvo un análisis diferente de cada uno ya que tienden a variar por la concentración de las variables de formulación, uno de los análisis cualitativos son la resistencia y estabilidad ya que es la parte fundamental en este producto junto con la textura y aspecto que tome el bioplástico ya que estas propiedades son muy características

para que la película biodegradable presente una buena calidad, en la Tabla 15-3, de este análisis el tratamiento más eficaz es el TP4.

3.6.4. Formulación de la biopelícula estable

Tabla 16-3: Datos de 4 formulaciones de la biopelícula estable

TRATAMIENTOS	CANTIDADES			
	MEZCLA DE ALMIDONES DE QUINUA Y JENGIBRE	Glicerina (ml)	Ácido acético(ml)	Agua destilada (ml)
T1	2,5	0,5	2	40
T2	2,5	1	2	40
T3	2	0,5	2	40
T4	2	1	2	40

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

3.6.4.1. Análisis y discusión de la formulación de la biopelícula estable

En base al diseño factorial 2k se originaron 4 formulaciones diferentes para la obtención de bioplástico a partir de quinua y jengibre, considerando la cantidad de almidón y glicerina para alcanzar buena elasticidad y resistencia de la biopelícula. De acuerdo con Ledesma et al. (2021, p.3), las cantidades de almidón, glicerina, ácido acético y agua destilada aportan a la mejor homogenización de la mezcla con el fin de conseguir un material firme, haciendo referencia a las formulaciones de las biopelículas las formas de procesamiento más comunes de las películas biodegradables basadas en almidón son el moldeo, la extrusión y el prensado; para efectuar el moldeo, el almidón y otros componentes como el plastificante y algunos polímeros se dispersan en una cantidad de agua de 5 a 15 veces el peso del almidón y la suspensión resultante se calienta con agitación constante, se moldea como película y se seca de manera adecuada; el calentamiento se hace con el fin de gelatinizar el almidón, fundir otras sustancias y para remover burbujas que pueden afectar la calidad final de la película, posteriormente, se efectúa el secado de esta manera nos anuncia (Enriquez et al., 2012, p.8).

3.6.5. Análisis del espesor

Se realizó 4 tratamientos como se muestra en la Tabla 18-3, y cada tratamiento con cuatro repeticiones, en el tiempo de 5 minutos a una temperatura de 70°C se realizó en el laboratorio de investigación de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, luego de la elaboración se dejó

a secar a temperatura ambiente de acuerdo con (Chariguamán, 2015, p.20), el espesor del bioplástico fue determinada utilizando un micrómetro manual con una sensibilidad de (± 0.01 mm) marca Startter en cinco puntos aleatorios. La espesura final se determinó con el promedio de las cinco lecturas tomadas de forma aleatoria.

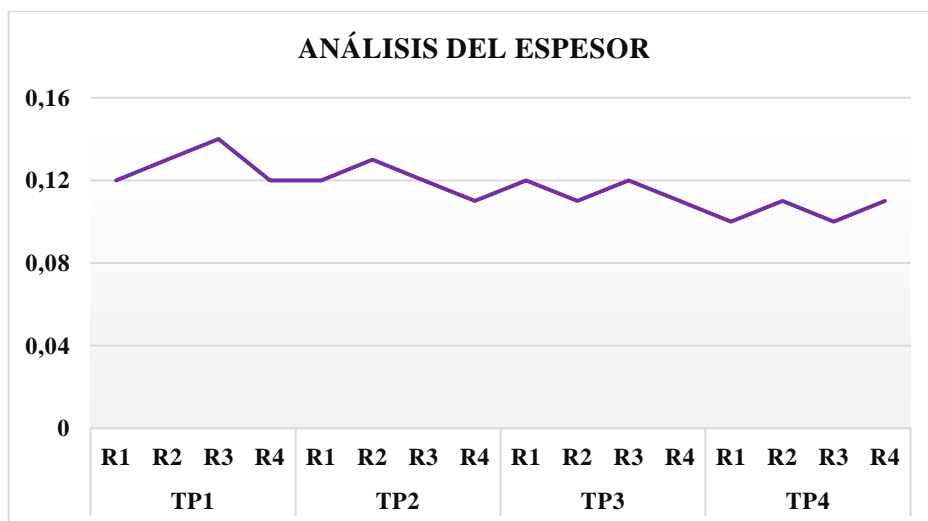


Gráfico 1-3. Resultado de análisis de espesor

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

3.6.6. Análisis sensorial de la biopelícula

Tabla 17-3: Análisis sensorial de la biopelícula

PRODUCTO	TRATAMIENTO	MOLDEO	FORMA PELÍCULA	TRANSPARENCIA	ESTABILIDAD
MEZCLA DE QUINUA Y JENGIBRE	TP1	CIRCULAR	REDONDA	POCA TRANSPARENCIA	ESTABLE
	TP2				ESTABLE
	TP3				RESISTENTE
	TP4				RESISTENTE

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

De los 4 tratamientos se obtuvo un análisis diferente cada uno ya que tienden a variar por la concentración de las variables de formulación, uno de los análisis cualitativos son la resistencia y estabilidad ya que es la parte fundamental en este producto junto con la textura y aspecto que tome el bioplástico ya que estas propiedades son muy características para que la película degradable presente una buena calidad, en la Tabla 17-3, de este análisis el tratamiento más eficaz es el TP3.

3.6.7. Resultado de la determinación del tratamiento del diseño experimental del bioplástico 2k

Tabla 18-3: Dimensionamiento de los cuatro tratamientos

PRODUCTO	TRATAMIENTO	VARIABLE	REPETICIÓN	T (°C)	TIEMPO (min)	SECADO				PESO	PROMEDIO	PESO	ESPESO
					ELABORACIÓN	LUGAR	MÉTODO	T (°C)	TIEMPO (H)	R		ÁREA	
BIOPELÍCULA DE LA MEZCLA DE QUINUA Y JENGIBRE	TP1	CA1 : CP1	R1	70	5	LABORATORIO INVESTIGACIÓN	AMBIENTE	25	48	0.922	1.00	0.102	0.12
			R2	70	5			25	48	1.0005		0.111	0.13
			R3	70	5			25	48	1.0202		0.113	0.14
			R4	70	5			25	48	1.0448		0.116	0.12
	TP2	CA1 : CP2	R1	70	5			25	48	0.917	0.93	0.102	0.12
			R2	70	5			25	48	0.968		0.108	0.13
			R3	70	5			25	48	0.9495		0.106	0.12
			R4	70	5			25	48	0.9042		0.100	0.11
	TP3	CA2 : CP1	R1	70	5			25	48	0.9225	1.05	0.103	0.12
			R2	70	5			25	48	1.0294		0.114	0.11
			R3	70	5			25	48	1.0494		0.117	0.12

			R4	70	5			25	48	1.208 6		0.134	0.11
	TP4	CA2 : CP2	R1	70	5			25	48	1.105 5	1.08	0.123	0.1
			R2	70	5			25	48	1.16		0.129	0.11
			R3	70	5			25	48	0.995		0.111	0.1
			R4	70	5			25	48	1.047 1		0.116	0.11

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

3.6.7.1. Análisis y discusión de la determinación del tratamiento del diseño experimental del bioplástico 2²

Una vez obtenido los almidones se procede a la mezcla a nivel de escalas para su posterior formulación del plástico biodegradable se procede a elaborar los tratamientos óptimos para la preparación de biopelículas de calidad con un diseño factorial 2² planteado antes en donde tiene variables dependientes (*agua: ácido acético*), independientes (*almidón: glicerina*) de las cuales se obtuvo 4 formulaciones diferentes y cada una de estas con un cuádruple de repeticiones teniendo como resultado 16 biopelículas, con su peso y espesor, descritas en la Tabla 14-3.

3.7. Análisis físico-químico y mecánico de la biopelícula

3.7.1. Humedad

Tabla 19-3: Humedad

Tratamiento	Repeticiones	Peso inicial (g)	Peso final (g)	% Humedad
T1	R1	0,174	0,154	13,247
	R2	0,164	0,146	12,063
	R3	0,152	0,134	12,113
	Promedio	0,163	0,144	12,474
T2	R1	0,162	0,135	20,490
	R2	0,171	0,137	24,453
	R3	0,163	0,136	19,428
	Promedio	0,165	0,136	21,457
T3	R1	0,131	0,116	12,565
	R2	0,136	0,122	10,155
	R3	0,135	0,121	11,221
	Promedio	0,134	0,120	11,313
T4	R1	0,142	0,115	23,847
	R2	0,123	0,098	25,102
	R3	0,142	0,113	25,775
	Promedio	0,136	0,109	24,908

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

3.7.1.1. Análisis de la Humedad

El ensayo de Humedad se procedió en el laboratorio de Analítica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo donde se obtuvo resultados favorables, se comparó estos resultados con Síntesis de un polímero biodegradable a base de la yuca (*Manihot Esculenta Crantz*) de Brito et al. (2021, p.228), los cuales son datos similares. Los tratamientos T2 y T4 presentaron porcentajes más altos de 21,457 y 24,908 % esto se debe al mayor contenido de glicerina que aumenta la hidrofilia de las películas y las hace más fácil de hidratar. Espinoza y Puglisevich (2019, p.61), manifiesta en su estudio que debe estar en un rango de 19,3 a 22,1, es fundamental para evitar la flora bacteriana.

3.7.2.Solubilidad en el agua

Tabla 20-3: Solubilidad en el agua

Tratamiento	Repeticiones	Peso inicial (g)	Peso final (g)	% Solubilidad
T1	R1	0,174	0,102	41,514
	R2	0,164	0,095	41,896
	R3	0,152	0,090	40,750
	Promedio	0,163	0,096	41,387
T2	R1	0,162	0,086	47,012
	R2	0,171	0,093	45,455
	R3	0,163	0,088	45,979
	Promedio	0,165	0,089	46,148
T3	R1	0,131	0,074	43,425
	R2	0,136	0,084	38,190
	R3	0,135	0,085	36,944
	Promedio	0,134	0,081	39,520
T4	R1	0,142	0,085	40,267
	R2	0,123	0,082	33,116
	R3	0,142	0,077	45,775
	Promedio	0,136	0,081	39,719

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

3.7.2.1. Análisis de solubilidad en agua

En la Tabla 20-3 se obtuvo los resultados del análisis de solubilidad para las diferentes formulaciones de bioplástico el cual se efectuó en el laboratorio de Investigación. Los valores obtenidos mediante experimentación se encuentran dentro del rango estableciendo ya que los valores que contengan menor solubilidad dependen del contenido de glicerina en su respectiva formulación, de tal manera que el componente ayuda a disminuir y aumentar la solubilidad, de acuerdo con Chariguaman (2015, p.17), es una propiedad importante de la película relacionada con el tipo de aplicación y el comportamiento que puede tener cuando se sumerge en agua o cuando entra en contacto con ambientes húmedos, presentan los resultados del porcentaje de material solubilizado en agua del bioplástico, con un rango desde 54.76 hasta 39.88% del material solubilizado y según Trujillo Rivera (2014, p.75), los porcentajes menores a 70% son utilizados para empaques de alimentos, mientras que los porcentajes mayores sirven para recubrimientos solubles de capsulas en el área de farmacia.

3.7.3. Permeabilidad

Tabla 21-3: Datos de Permeabilidad

Tr	Repetición	Peso por horas							Espesor (mm)	t	PV	
		Peso polímero (g)	Peso 1 (g)	Peso 2 (g)	Peso 3 (g)	Peso 4 (g)	Peso 5 (g)	Peso 6 (g)				
T1	R1	0,17	30,61	30,62	30,62	30,62	30,62	30,62	30,63	0,00010	6	0,175
	R2	0,19	30,81	30,82	30,82	30,82	30,82	30,82	30,83	0,00015		
	R3	0,17	31,36	31,36	31,36	31,37	31,37	31,37	31,37	0,00012		
	Prom	0,18	30,93	30,93	30,93	30,94	30,94	30,94	30,94	0,00012		
T2	R1	0,15	31,19	31,19	31,20	31,20	31,20	31,20	31,21	0,00011	6	0,175
	R2	0,15	30,94	30,94	30,95	30,95	30,95	30,95	30,96	0,00010		
	R3	0,15	30,67	30,67	30,68	30,68	30,68	30,68	30,69	0,00012		
	Prom	0,15	30,93	30,94	30,94	30,94	30,94	30,95	30,95	0,00011		
T3	R1	0,14	30,49	30,50	30,50	30,50	30,50	30,51	30,51	0,00010	6	0,175
	R2	0,13	28,64	28,65	28,65	28,65	28,65	28,65	28,66	0,00012		
	R3	0,14	29,81	29,82	29,82	29,82	29,82	29,83	29,83	0,00010		
	Prom	0,14	29,65	29,65	29,66	29,66	29,66	29,66	29,67	0,00011		
T4	R1	0,14	29,34	29,34	29,35	29,35	29,35	29,35	29,36	0,00010	6	0,175

	R2	0,15	32,74	32,75	32,75	32,75	32,76	32,76	0,00011		
	R3	0,12	29,49	29,50	29,51	29,51	29,51	29,52	0,00011		
	Prom	0,14	30,52	30,53	30,53	30,54	30,54	30,54	0,00011		

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

Tabla 22-3: Resultado de Permeabilidad

Tratamiento	PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA (g/h.m ³ . Mpa)			
	T1	T2	T3	T4
	1,19E-03	1,49E-03	1,05E-03	1,74E-03

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

3.7.3.1. Análisis de permeabilidad

En el ensayo de análisis de permeabilidad del bioplástico se desarrolló a un tiempo de 6 horas mediante la normativa ASTM 96” Standard Test Methods for Water Vapor Transmisión of Materials”, se obtuvo resultados fiables debido a la cantidad de plastificante que se añadió en cada formulación de las biopelículas ya que a mayor cantidad de plastificante mayor será su PVA afectando a la permeabilidad de agua. Según Ledesma et al. (2021, p.48), nos indica rangos de 0,03 – 0,374, del bioplástico de la mezcla de maíz y quinua; los resultados de esta investigación se muestran en la Tabla 22-3, los cuales no se encuentran dentro de los rangos debido a que solo fueron datos tomados por 6 horas mientras que del autor son tomados de aproximadamente una semana.

3.7.4. Ensayo mecánico

Tabla 23-3: Resultados de ensayos de Tracción

TR	MÓDULO ELASTICIDAD (Mpa)	CARGA DE FLUENCIA (N)	ESFUERZO DE FLUENCIA (MPa)	CARGA MÁXIMA (MPa)	ESFUERZO MÁXIMO (Mpa)	ELONGACIÓN (%)
TP1	4,79E+01	5.899	2,1	5,9	3,93	24,29
TP2	4,20E+01	4.900	2	4,9	3,67	22,86
TP3	2,47E+01	2.899	1,8	2,9	1,93	22,86
TP4	4,00E+01	2.899	1,8	2,9	1,93	14,29

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

3.7.4.1. Análisis del ensayo mecánico

Los ensayos de tracción se efectuaron en la facultad de Pecuarias, en el laboratorio de Curtiembres para el cual mediante 4 probetas de diferentes formulaciones de bioplástico se desarrolló la aplicación de esfuerzo en la misma dirección que el eje longitudinal de las muestras. Lo que se hace en los ensayos es sujetar por los dos extremos una muestra cortada con unas dimensiones determinadas (llamada probeta) y “estirar”. Según Joaqui y Villada, (2013, p.6), mediante la prueba de elongación podemos derivar tres propiedades: Tensión, deformación y módulo de elasticidad, las propiedades expresan la resistencia de un material a la elongación y a la ruptura, cuando se somete a una tensión, el módulo de elasticidad indica cuan rígido es un material, En la Tabla 35-3, muestra los valores de módulo de elasticidad medido en Mpa de los tratamientos, siendo mayor el tratamiento 1, que según Quagliano, (2014, p.4) este valor de módulo de elasticidad varía dependiendo del procedimiento realizado en la formulación debido a que la concentración de plastificante (glicerina), lo que quiere decir que a mayor cantidad de glicerina tiene un elevado módulo de elasticidad lo cual señala la eficacia que tiene los plásticos biodegradables. El bioplástico en análisis de porcentaje de elongación presenta: TP1 de 24,905%, TP2 de 22,86%, TP3 de 22,86% y TP4 de 14,29% el cual está dentro del rango que se requiere para el recubrimiento de alimentos de acuerdo con Niveló (2021, p.47), los datos son similares.

3.7.5. Biodegradabilidad

Para el ensayo de biodegradabilidad se desarrollaron en diferentes medios los cuales son en suelo, aire y agua. El muestreo para realizarse en los cuatro tratamientos fue con un área inicial de 3x3, por consiguiente, se procedió a obtener la medición del área de cada biopelícula cada 4 días en el programa imageJ. De esta manera se recolecto los datos para determinar la degradación como se muestra en las siguiente Tabla 24-3.

Tabla 24-3: Datos de biodegradabilidad de la biopelícula

UNIDAD	SUELO									
	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36
cm2	8,96	7,51	6,24	2,98	2,10	1,67	1,50	1,47	1,27	1,25
cm2	8,67	7,77	5,35	3,57	2,76	1,83	1,68	0,92	0,84	0,78
cm2	8,90	7,55	5,36	2,88	2,02	1,63	1,41	1,29	0,45	0,42
cm2	9,00	7,67	6,95	3,73	2,45	1,78	1,64	1,51	1,49	1,35
UNIDAD	AIRE									
	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36
cm2	7,77	5,60	6,37	5,82	5,75	4,94	4,90	4,77	4,11	3,89
cm2	9,00	8,97	8,96	8,95	8,90	8,90	8,70	8,38	7,76	7,50

cm2	8,26	8,25	8,19	4,31	4,16	4,09	3,79	3,67	3,48	3,24	
cm2	8,65	7,56	7,42	7,38	7,35	7,30	7,23	6,89	6,84	5,93	
UNIDAD	AGUA										
	0	4	8	12	16	20					
cm2	8,93	7,84	7,47	6,98	6,85	5,71					
cm2	8,99	8,97	7,60	6,86	5,80	4,84					
cm2	8,69	7,24	6,63	6,07	4,53	4,23					
cm2	8,92	8,82	8,69	8,13	7,86	7,25					

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

3.7.5.1. Biodegradabilidad en el suelo

Tabla 25-3: Resultado de Biodegradabilidad de la biopelícula en el Suelo

TR	UNIDAD	DÍA									
		0	4	8	12	16	20	24	28	32	36
3	cm2	8,90	7,55	5,36	2,88	2,02	1,63	1,41	1,29	0,75	0,42
	%	0,00	15,09	39,79	67,57	77,26	81,64	84,13	85,47	90,97	95,23

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

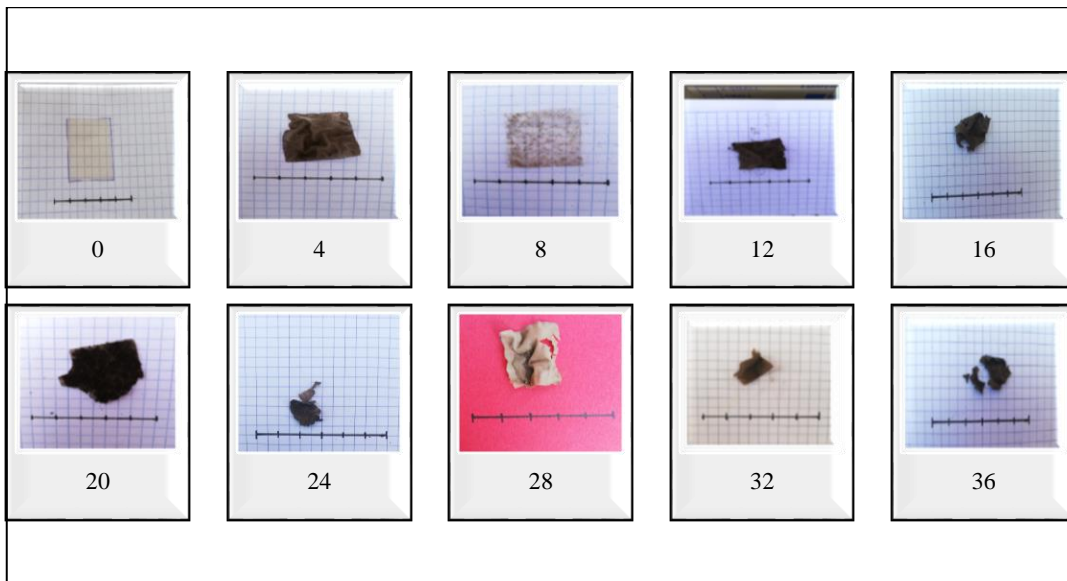


Gráfico 2-3. Imágenes de Biodegradabilidad T3 en el Suelo

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

3.7.5.2. Biodegradabilidad en el Aire

Tabla 26-3: Resultado de Biodegradabilidad de la biopelícula en el Aire

TR	UNIDAD	DÍA									
		0	4	8	12	16	20	24	28	32	36
3	cm2	8,26	8,25	8,19	4,31	4,16	4,09	3,79	3,67	3,48	3,24
	%	0,00	0,80	0,04	47,82	49,56	50,40	54,07	55,59	57,85	60,81

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

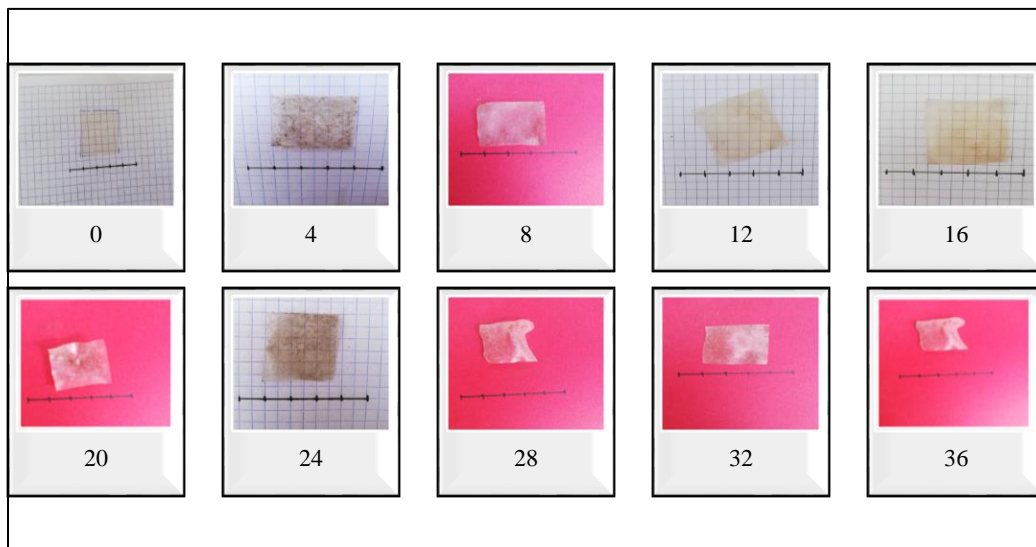


Gráfico 3-3. Imágenes de Biodegradabilidad T3 en el Aire

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

3.7.5.3. Biodegradabilidad en el Agua

Tabla 27-3: Resultado de Biodegradabilidad de la biopelícula en el Agua

TR	UNIDA D	DÍA					
		0	4	8	12	16	20
3	cm2	8,70	7,24	6,64	6,07	4,54	4,24
	%	-	16,70	23,70	30,19	47,85	51,28

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

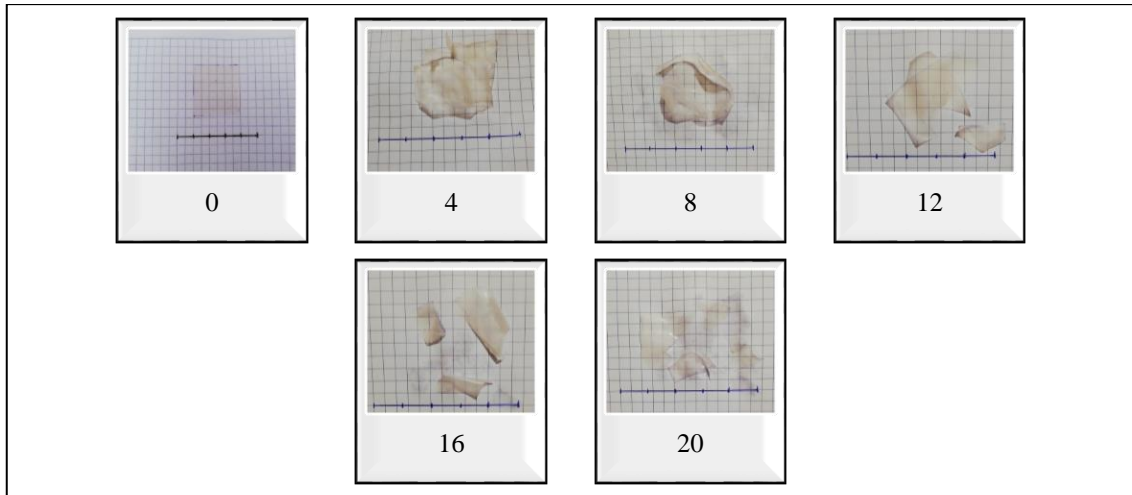


Gráfico 4-3. Imágenes de Biodegradabilidad T3 en el Agua

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

3.7.5.4. Análisis y discusión de Biodegradabilidad

En la Tabla 25-3, la biodegradabilidad del bioplástico de la mezcla de almidones de quinua y jengibre en el suelo se elaboró de las cuatro formulaciones al mismo tiempo y el porcentaje más alto presenta el TR3 con un 95,23% de degradabilidad. Así también la degradabilidad del bioplástico en aire se realizó de la misma manera dando como resultado el TR3 con un porcentaje más alto de 60,81 % de degradabilidad y en el agua el TR3 presento un porcentaje de 51,28% de degradabilidad. De acuerdo con Ledesma et al. (2021, p.12), se observa los porcentajes de pérdida de masa de las biopelículas de quinua. Durante el ensayo las láminas se degradaron casi en un 50 % entre 20 y 30 días, cumpliendo así con lo establecido en la norma EN 13432 donde menciona que un material compostable debe descomponerse como mínimo el 90 % de su estructura física durante 180 días. Por otro lado, Avellán et al. (2020, p.8) obtuvo un porcentaje de biodegradación de 89,40 % en 42 días, siendo resultados muy favorables ya que estos nuevos productos ayudan a disminuir el impacto ambiental generado por los plásticos comunes. De los datos obtenidos en biodegradabilidad el tratamiento T3 sobresalió en los tres medios, pero en la tierra de obtuvo mayor porcentaje de biodegradabilidad debido a las propiedades y microorganismos presentes como bacterias, además su degradación se desarrolló más rápidamente debido al factor climático ya que los procesos de biodegradación son más lentos en ambientes fríos y secos a diferencia de ambientes cálidos y húmedos. Se puede evidenciar que los bioplásticos de la mezcla de almidón de quinua y jengibre son completamente biodegradables capaces de descomponer en cualquier medio.

3.7.6. Resultados de la aplicación del bioplástico en el producto

Para analizar al bioplástico si es ventajoso en el recubrimiento de alimentos se realizó el estudio en la fruta de mora, el cual una fue expuesta al ambiente y otra cubierta con el bioplástico por una semana a condiciones normales para determinar el análisis sensorial como se muestra en la Tabla 28-3.

Tabla 28-3: Resultado del análisis de la mora envuelta en la biopelícula

ANÁLISIS SENSORIAL DE LA MORA				
Tipo de estudio	Textura	Sabor	Olor	Aspecto
Mora al ambiente	Suave	Amargo	Rancio	Envejecido, deteriorado
Mora envuelta	Duro	Dulce	Dulce	Ideal

Realizado por: Tibán, Esthela, 2022.

3.8. Prueba de hipótesis

3.8.1. Determinación de la mezcla óptima de almidón de quinua y jengibre y la realización de varias formulaciones a diferentes escalas de porcentaje de almidones

La quinua y el jengibre para la obtención de almidón de las dos materias primas se realizó mediante el método húmedo considerando las variables para una extracción apropiada, para determinar la mezcla óptima de almidones se realizó las características físico-químicas de cada almidón de esta manera se realizó un análisis proximal de pH, contenido de ceniza y fibra; así también análisis microbiológicos para cuidar su textura, y evaluando el porcentaje de amilosa de la mezcla de almidones de quinua y jengibre se procedió a la formulación de la biopelícula a diferentes escalas 50% de almidón de quinua – 50% de almidón de jengibre, 70% de almidón de quinua -30% de almidón de jengibre, 80% de almidón de quinua-20% de almidón de jengibre y 90% de almidón de quinua -10% de almidón de jengibre, la cual la formulación más óptima para la elaboración del bioplástico fue 90% de almidón de quinua y 10% de almidón de jengibre ya que la temperatura de gelatinización y viscosidad del almidón de quinua presento mejores resultados a la del almidón de jengibre.

3.8.2.Determinación de la eficiencia mediante el método húmedo para la extracción del almidón y la estimación de los 4 tratamientos de almidón de quinua y 4 tratamientos de almidón de jengibre mediante el diseño factorial 2k

Mediante el método húmedo se realizó la extracción del almidón de quinua y de jengibre, tomando como una variable fundamental al tiempo de licuado y las revoluciones por minuto para cada tratamiento de la materia prima de quinua y de la materia prima de jengibre, de acuerdo con el diseño factorial 2k en la obtención del almidón de quinua se realizó en el tiempo de 80-90 segundos, obtención de almidón de jengibre en tiempo de 60-80 segundos en RPM bajas y altas; se tomó como base 200 gramos de quinua en 500 mL de agua destilada y 150 gramos de jengibre en 350 ml de agua destilada, dando como resultado 4 tratamientos de almidón de quinua y 4 de almidón de jengibre, así también se obtuvo el porcentaje de rendimiento de la cantidad de almidón de cada tratamiento.

3.8.3.Determinación de las características óptimas de los almidones y la formulación de la biopelícula a base de la mezcla de almidones, glicerina y agua

Para determinar las características de los almidones se realizó análisis sensorial, proximal y microbiológico, en el cual se obtuvo resultados favorables para la formulación de biopelículas especialmente y tomando en cuenta como prioridad a la temperatura de gelatinización y la viscosidad que presentó cada almidón. Con los almidones extraídos de quinua y jengibre se procedió a las respectivas formulaciones a escalas, la escala optima formulada presentó para los cuatro tratamientos como variables el 90% de almidón quinua y 10% de almidón de jengibre de 2 a 2,5 gramos y 0,5 a 1 mL de glicerol, como constantes 2 mL de ácido acético y 40 mL de agua destilada dando como finalidad a un bioplástico estable.

3.8.4.Determinación de las características de las biopelículas de las 4 formulaciones óptimas

Para las características de las biopelículas se realizó lo siguiente: solubilidad que presentó en el rango de 39,52 a 46,178 % de material soluble; permeabilidad debido al glicerol en las formulaciones se dio un aumento en su permeabilidad ya que son compatibles para estos materiales poliméricos; en los diferentes ensayos de tracción para cada tratamiento se obtuvo un espesor de 0,1 mm y la biodegradabilidad, el tratamiento 3 presento mejor biodegradabilidad con 51,280 % de biodegradabilidad en agua en 20 días , con 60,808 % de biodegradabilidad en el ambiente en 36 días y 95,232 % de biodegradabilidad en el suelo en 36 días, lo que demuestra con las caracterizaciones que son biopelículas amigables con el medio ambiente.

3.8.5.Determinación del tiempo de biodegradabilidad del bioplástico y la aplicación de la biopelícula obtenida

En las cuatro biopelículas obtenidas una por cada tratamiento fueron sometidas a biodegradabilidad, durante 20 días el bioplástico es sometido a degradación en el agua, el cual tan solo el 51,28% se degrado por lo tanto requiere mayor tiempo de degradación, durante 36 días el bioplástico fue sometido a degradación con el ambiente, presenta el 60,808 % lo que significa que necesita más tiempo para degradarse completamente en un estimado de 46 días, al contrario de la degradación en el suelo que es el 95,232% . Según (Jennings, e al., 2015) en el área de los alimentos estos plásticos se aplican en los recubrimientos comestibles sobre carnes, frutas entre otros alimentos, siendo por lo tanto una de las opciones con más futuro en el campo del envasado y conservación de los alimentos.

CONCLUSIONES

- Se determinó que las Operaciones Unitarias óptimas para el proceso de extracción del almidón son: agitación y mezcla, sedimentación, filtración y secado teniendo como resultado en su rendimiento el 16,4 % en quinua y 2,10 % en jengibre.
- Se evaluó las características fisicoquímicas del almidón de quinua, jengibre y la mezcla estableciendo que el índice de solubilidad es del 8,61%; un pH de 6,31; viscosidad de 985,4 cP; temperatura de gelatinización de 70°C de acuerdo a la norma FAO 2015; así como el contenido de ceniza de 0,85% con en base a la norma NTE INEN ISO 3593, en lo relacionado a la presencia de amilosa tiene el 24,25 % de quinua; el 33,44 % jengibre y el 33,08 % en la mezcla de acuerdo a la metodología aplicada por el INIAP.
- En función al análisis microbiológico se determinó que en hongos, mohos y levaduras presentan valores no mayores a 1000 – 5000 UFC/g y existe ausencia en coliformes totales.
- Mediante la escala porcentual se identificó la mezcla óptima de almidón trabajado bajo el diseño factorial 2k con una relación de quinua – jengibre del 90 – 10 % para la elaboración de láminas de bioplástico.
- La mezcla óptima de quinua y jengibre corresponde a la mezcla de almidón de 1,8 gramos de quinua y 0,2 gramos de jengibre, trabajando bajo el diseño factorial 2k con cuatro formulaciones diferentes.
- En cuanto al análisis de las propiedades físicas del plástico biodegradable se determinó que el tratamiento TR3 es el óptimo con un 21,457% de humedad, 1,05E-03 de permeabilidad de vapor de agua a las 6 horas y 39,520% solubilidad.
- En relación a las propiedades mecánicas se determinó que el tratamiento TR1 cumple con los requisitos de la norma INEN 2635 con 4,79E+01 MPa de elasticidad, el 24,29 % de elongación.
- De acuerdo al análisis de bio degradabilidad se determinó que el tratamiento TR3 es el mejor con un 95,23% de biodegradabilidad en el suelo, 60,81% en el aire y 51,28% en el agua.

RECOMENDACIONES

- Durante el proceso de extracción presenta gran cantidad de residuos de la materia prima y se la puede utilizar como medio alimenticio o medicinal.
- En la formulación del bioplástico se recomienda realizar varias formulaciones y en todas las escalas posibles descartando todas las posibilidades de obtener un bioplástico óptimo.
- En el proceso de obtención de una biopelícula se puede modificar al almidón o a su vez utilizar diferente plastificante para tener una biopelícula de mejor calidad.

BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE, et al. Análisis de la contaminación ambiental por plásticos en la ciudad de Riobamba. , 2020. vol. 5, no. 12, pp. 725-742. DOI 10.23857/pc.v5i12.2139.

ALIMENTARIOS, G.D.P. Películas biodegradables y comestibles desarrolladas en base a aislado de proteínas de suero lácteo : estudio de dos métodos de elaboración y del uso de sorbato de potasio como conservador. *Innotec*, 2011. vol. 4, no. 4, pp. 33-36. ISSN 1688-3691. DOI 10.26461/04.07.

ARISTIZÁBAL et al. *Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca* [en línea]. Roma: 2007. ISBN 978-92-5-305677-4. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a1028s.pdf>.

ARZAPALO et al. EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE TRES VARIEDADES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) NEGRA COLLANA, PASANKALLA ROJA Y BLANCA JUNÍN. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 2015, vol. 81, no. 1, pp. 44-54. ISSN 1810-634X. DOI 10.37761/rsqp.v81i1.9.

AVELLÁN et al. Obtención de Plástico a partir de Almidón de Maíz. *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, 2020, vol. 7, no. 1, pp. 1-11.

AYALA, J. Desarrollo de estrategias de posicionamiento. [en línea], 2013. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1994-37332013000200002&script=sci_arttext&tlng=pt.

BRITO et al. Proceso óptimas para la producción del almidón de papa china (*Colocasia* Identificación de las variables de proceso óptimas para la producción del almidón de papa china (*Colocasia esculenta*) Identification of the optimal process variables for the produc. , no. January. DOI 10.23857/dc.v7i1.1680. 2021.

BRITO et al. Producción de láminas de plástico biodegradables a partir del almidón de arracacia xanthorrhiza. *Dominio de las Ciencias* [en línea], 2020. vol. 6, no. 2, pp. 981-994. ISSN 2477-8818. DOI 10.23857/dc.v6i3.1261. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Hannibal-Brito-2/publication/343005745_Produccion_de_laminas_de_plastico_biodegradables_a_partir_del_al

midon_de_arracacia_xanthorrhiza/links/5f1116f592851c1eff183141/Produccion-de-laminas-de-plastico-biodegradables-a-p.

BRITO et al. Síntesis de un polímero biodegradable a base de la yuca (manihot esculenta crantz). *Dominio de las Ciencias* [en línea], 2019. vol. 7, no. January 2020, pp. 202-209. ISSN 2477-8818. DOI 10.23857/dc.v7i1.1701. Disponible en: <http://revistas.esPOCH.edu.ec/index.php/cssn/article/view/292/257>.

BRITO et al. Extracción de almidón del arroz de cebada por procesos físicos de separación. *Revista Alfa*, 2021. vol. 5, no. 14, pp. 319-330. DOI 10.33996/revistaalfa.v5i14.120.

BRITO et al. IMPACT OF PRODUCTION PROCEDURES IN THE MANUFACTURE OF INCIDENCIA DE LOS PROCEDIMIENTOS DE PRODUCCIÓN EN LA FABRICACIÓN DEL ALMIDÓN DE LA PAPA SUPERCHOLA (*Solanum tuberosum L*). [en línea], no. February, 2021, pp. 195-200. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/349424734_IMPACT_OF_PRODUCTION_PROCEDURES_IN_THE_MANUFACTURE_OF_SUPERCHOLA_POTATO_STARCH_Solanum_tuberosum_L.

CALVO, F. y ISAC, J. Introducción a la química de los polímeros biodegradables: una experiencia para alumnos de segundo ciclo de la ESO y Bachillerato. *Introducción a la química de los polímeros biodegradables: una experiencia para alumnos de segundo ciclo de la ESO y Bachillerato*, 2013. vol. 109, no. 1, pp. 38-44. ISSN 1575-3417.

CARRASCO, L. y VASQUEZ, M. *Extracción de almidón*. 2018. Perú, 2018.

CEDEÑO, M. y GALARZA, A. “Efecto del tipo de variedad de arroz ecuatoriano en las características de hidratación de la harina y del gel.” S.l.: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL Facultad. 2013.

CERDAN et al. *Bioplástico*. 2019. ESPAÑA: esdelibro.com. 2019.

CHARIGUAMÁN, J. Caracterización de bioplástico de almidón elaborado por el método de casting reforzado con albedo de maracuyá (*Passiflora edulis* spp.). *Revista Colombiana de Biotecnología* [en línea], 2015. pp. 18-20. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4560/1/AGI-2015-014.pdf>.

CONTRERAS et al. Physicochemical characterization of quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour and isolated starch. *Food Chemistry* [en línea], 2019. vol. 298, no. June, pp. 124982. ISSN 18737072. DOI 10.1016/j.foodchem.2019.124982. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.124982>.

CUBEÑAS, C. y QUISPE, Y. *PROPUESTA E IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA PARA MEJORAR LOS NIVELES DE PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FUNDAS DE LA EMPRESA DE PRODUCTOS PLÁSTICOS POLYBAGS-PERÚ S.R.L. S.I.: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE.* 2017.

ENRIQUEZ et al. Composición Y Procesamiento De Películas Biodegradables Basadas En Almidón. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 2012. vol. 10, no. 1, pp. 182-192.

ESPINOZA, A.F.H. y PUGLISEVICH, R.D.C. Influencia del porcentaje de glicerol sobre la resistencia y deformación en tracción de plásticos biodegradables a base de almidón del tubérculo. *Lexus* [en línea], 2019. vol. 4, no. None, pp. 37. Disponible en: [https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/12561/ESPINOZA ARROYO%2CFranco Herbert%3BPUGLISEVICH RUIZ%20Diana Carolina.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/12561/ESPINOZA_ARROYO%2CFranco%20Herbert%3BPUGLISEVICH%20RUIZ%20Diana%20Carolina.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

ESPINOZA, S. “Uso de metabolitos actinobacterias en el manejo poscosecha de rizomas de jengibre (*Zingiber officinale*)”. [en línea], 2016. pp. 63. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1966/J11-E86-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

FAO. Análisis físicoquímico del almidón. *Guía técnica para la producción y análisis de almidón de Yuca.*, 2019. vol. 140, pp. 61-134.

GÓMEZ, L. y AGUILAR, E.. *Guía del cultivo de la quinoa.* Lima: s.n. ISBN 9788578110796. 2016.

GÓMEZ et al. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y TÉRMICA DE ALMIDÓN DE ARROZ EN EL DESARROLLO DE UN MATERIAL DE PARED PARA SU USO EN MICROENCAPSULACIÓN Resúmenes Introducción Metodología Resultados y Discusiones. *Memorias de Congreso Internacional de Investigación Científica Multidisciplinaria* [en línea], 2015. no. 1, pp. 122-127. Disponible en:

https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/1351/1/2015_Memoria_Articulo_CHARACTERIZACION_FISICOQUIMICA_Y_TÉRMICA_DE_ALMIDON_DE_ARROZ.pdf.

GRANADOS et al. PROPIEDADES FUNCIONALES DEL ALMIDON DE SAGU (Maranta arundinacea). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 2014. vol. 12, no. 2, pp. 90-96.

GUTIÉRRES, H. y DE LA VARA, R. *Análisis y diseño de experimentos* [en línea]. 2Da Edició. México: 2018. Disponible en: file:///C:/Users/AMD/2020/Desktop/analisis_y_diseno_experimentos.pdf.

JENNINGS et al. OBTENCIÓN DE PLÁSTICO BIODEGRADABLE A PARTIR DE ALMIDÓN DE PATATA. , 2015. vol. 3, no. 7, pp. 59-78.

JIMÉNEZ, E. y MARTÍNEZ, S. Obtención y caracterización física y química del almidón de yuca (Manihot esculentum) variedad Guayape. *Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo* [en línea], 2016. pp. 1-116. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12893/865>.

JOAQUI, D. y VILLADA, H. Propiedades ópticas y permeabilidad de vapor de agua en películas producidas a partir de almidón. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* [en línea], 2013. vol. 11, no. spe, pp. 59-68. ISSN 1692-3561. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/308099703_Aplicaciones_de_mezclas_de_biopolimeros_y_polimeros_sinteticos_Revision_bibliografica.

LAMOREAUX, R.J. y NEWLAND, L.W. The fate of organophosphorus pesticides in the environment. *Biological Conservation*, 2019. vol. 11, no. 1, pp. 59-66. ISSN 00063207. DOI 10.1016/0006-3207(77)90028-3.

LEDESMA et al. Bioplásticos de almidón de maíz y quinua para uso como envolturas alimenticias biodegradables. , 2021. vol. 7, pp. 39-56. DOI <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i4.2080>.

LOERA et al. Biopelículas multi-especie : asociarse para sobrevivir. *Investigacion y Ciencia de la Universidad autonoma de aguascalientes*, 2012. vol. 20, no. 54, pp. 49-56. ISSN 1665-4412.

MAGROVEJO, A. Determinación de la influencia de dos métodos distintos en la obtención de almidón a partir de la oca (*Oxalis tuberosa* Molina) variedad amarilla. *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA* [en línea], 2019. pp. 116. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17712/1/UPS-CT008394.pdf>.

MINISTERIO, A. y G. Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica. *Разработка И Регистрация ...* [en línea], 2017. Disponible en: <https://www.pharmjournal.ru/jour/article/view/431>.

NÁRVAEZ, A. *Optimización de las propiedades mecánicas de bioplásticos sintetizados a partir de almidón*. S.l.: UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ Colegio. 2016.

NIVELLO, B. *OBTENCIÓN DE UN PLÁSTICO BIODEGRADABLE A PARTIR DEL ALMIDÓN DE JENGIBRE (*Zingiber officinale*) PARA SU USO EN EL EMBALAJE DE ALIMENTOS*. S.l.: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. 2021.

NTE INEN 2043:2013. Plásticos. Método De Ensayo Para La Determinación De Las Propiedades De Tensión. 2013.

OLIVA et al. Caracterización fisicoquímica del cereal y almidón de Quinoa *Chenopodium quinoa*. *Revista ION*, 2018. vol. 31, no. 1, pp. 25-29. ISSN 0120100X. DOI 10.18273/revion.v31n1-2018004.

OSCULLOI, Á. “*Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de jengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) variedad hawaiano, en San Lorenzo provincia de Esmeraldas*” [en línea]. 2011: s.n. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1237/1/101833.pdf>.

PEÑARANDA et al. Revisión de la modificación química del almidón con ácidos orgánicos. *Diciembre De*, 2008. vol. 28, no. 3, pp. 47-52.

QUAGLIANO, J. Tracción en películas de polímero biodegradable. *Researchgate.net*, 2014. no. September, pp. 1107-1112.

QUIÑONES, J. Vigilancia Tecnológica Aplicada para Identificar las Tendencias Tecnológicas en los Biopolímeros y Plásticos Biodegradables. *Informador Técnico*, 2009. vol. 73, pp. 53-65.

QUIROGA, R. Metodología para la caracterización termo-mecánica de películas plásticas biodegradables. *Prospectiva*, 2011. vol. 9, no. 1, pp. 46-51. ISSN 1692-8261.

RAMON, T. (Universidad de Huelva). *Files.Bartolomevazquezbernal*. ... [en línea], 2013. pp. 15-16. Disponible en: http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/6596/Factores_motivacionales_relacionados.pdf.pdf?sequence=2%5Cnhttp://files.bartolomevazquezbernal.webnode.es/200000081-2d54f2e4df/BVB_IICVFP.pdf.

RECALDE, J. Quínoa: posibilidades de su cultivo en las huertas familiares patagónicas. 2007. pp. 41-44.

REYES et al. Obtención de extractos de jengibre (*Zingiber officinale*) empleando CO₂ supercrítico. [en línea], 2011. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082011000300011.

RIERA, M.A. y PALMA, R.R. Obtención de bioplásticos a partir de desechos agrícolas. Una revisión de las potencialidades en Ecuador. *Avances en Química* [en línea], 2008. vol. 13, no. 3, pp. 69-78. Disponible en: www.saber.ula.ve/avancesenquimica Avances en Química, 13.

RODRIGUEZ, P. *El papel del tamaño de semilla de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en el crecimiento y desarrollo de las plantas frente a diferentes profundidades de siembra* [en línea]. 2005: UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS. Disponible en: https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers17-11/010037006.pdf.

SAN FRUTOS, R. Estudio teórico de la estructura y propiedades espectroscópicas de los ácidos fórmico y acético. [en línea], 2019. pp. 9. Disponible en: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/36026>.

SILVA, I. Establecimiento Del Cultivo, Cosecha y Postcosecha De Jengibre. Con Dos Densidades De Siembra, En El Cantón Lago Agrio. 2006

TRUJILLO RIVERA, C.T. Obtención de películas biodegradables a partir de almidón de yuca (manihot esculente crantz) doblemente modificado para uso en empaque de alimentos. *Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios - UNAMAD* [en línea], 2014. pp. 1-147. Disponible en: <http://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/UNAMAD/65/004-2-1->

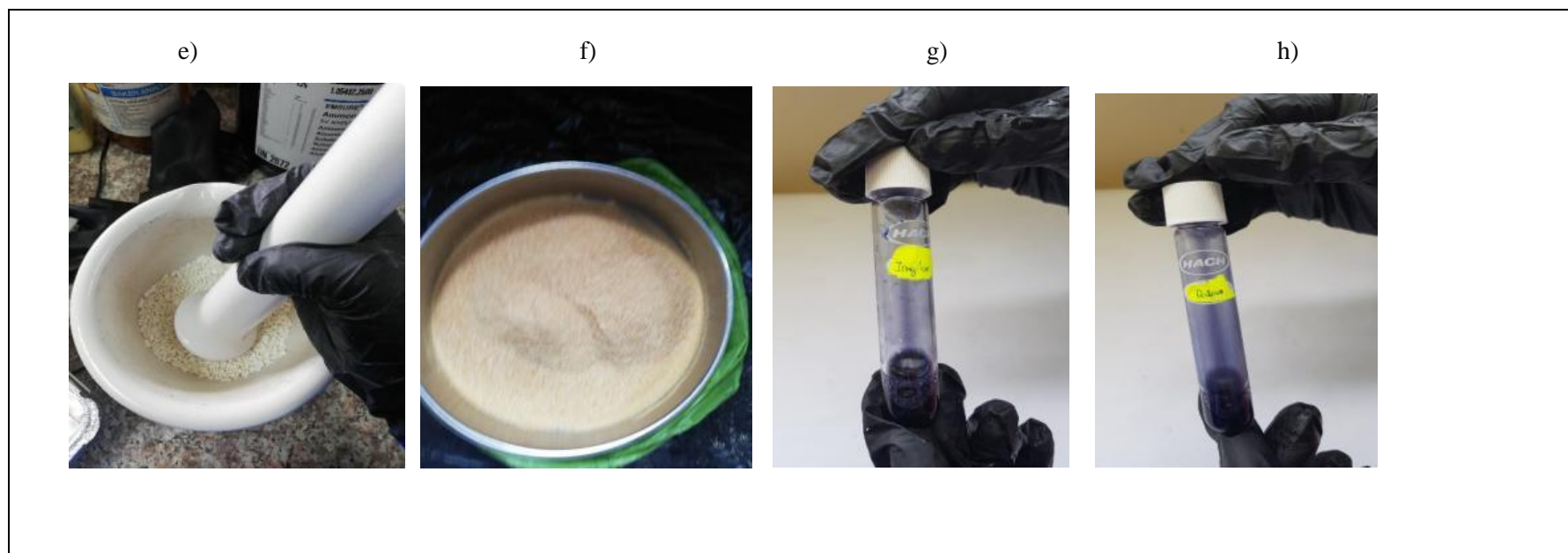
013.pdf?sequence=1&isAllowed=yhttp://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/UNAMA
D/65/004-2-1-013.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

VALDIVIA et al. Boletín Científico Técnico INIMET. *Boletín Científico Técnico INIMET* [en línea], 2015. no. 2, pp. 13-19. ISSN 0138-8576. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223017807002>.

ZAPATA et al. Polímeros biodegradables: una alternativa de futuro a la sostenibilidad del medio ambiente. *Técnica Industrial* [en línea], 2012. vol. 297, pp. 76-80. Disponible en: <http://www.tecnicaindustrial.es/TIAdmin/Numeros/82/889/a889.pdf>.

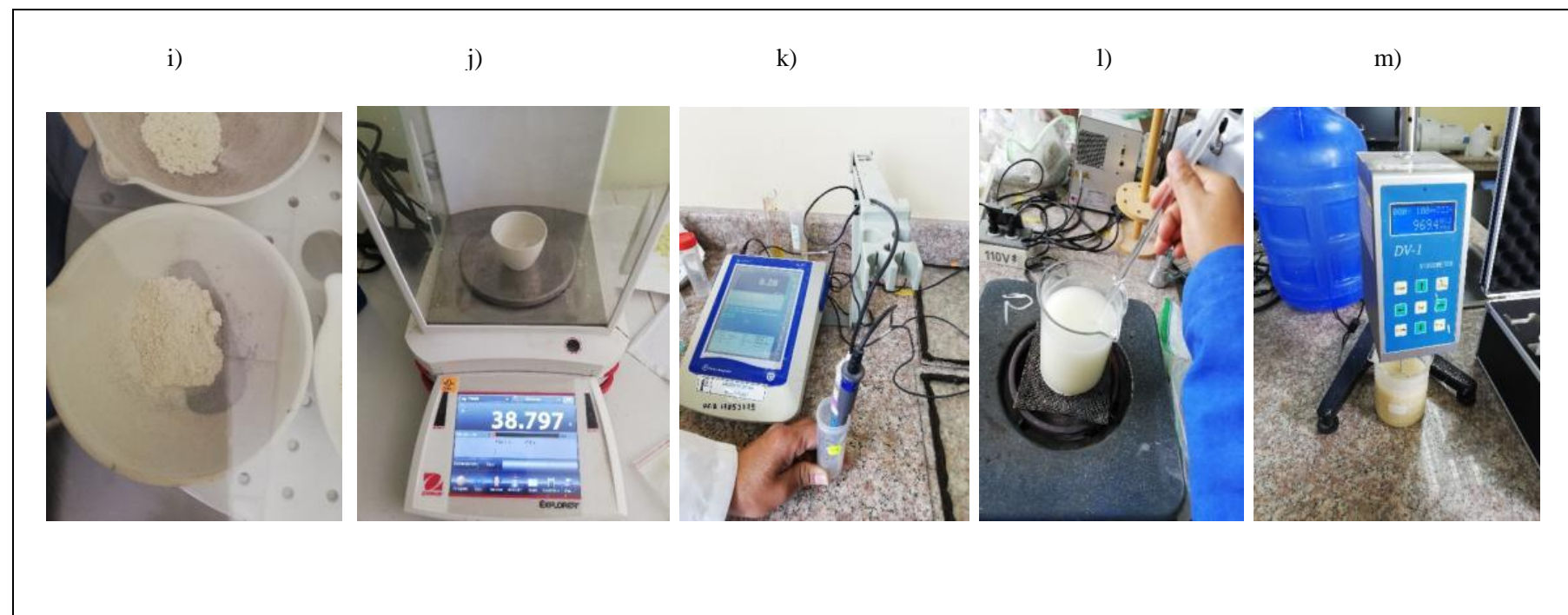


ANEXO B: OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN



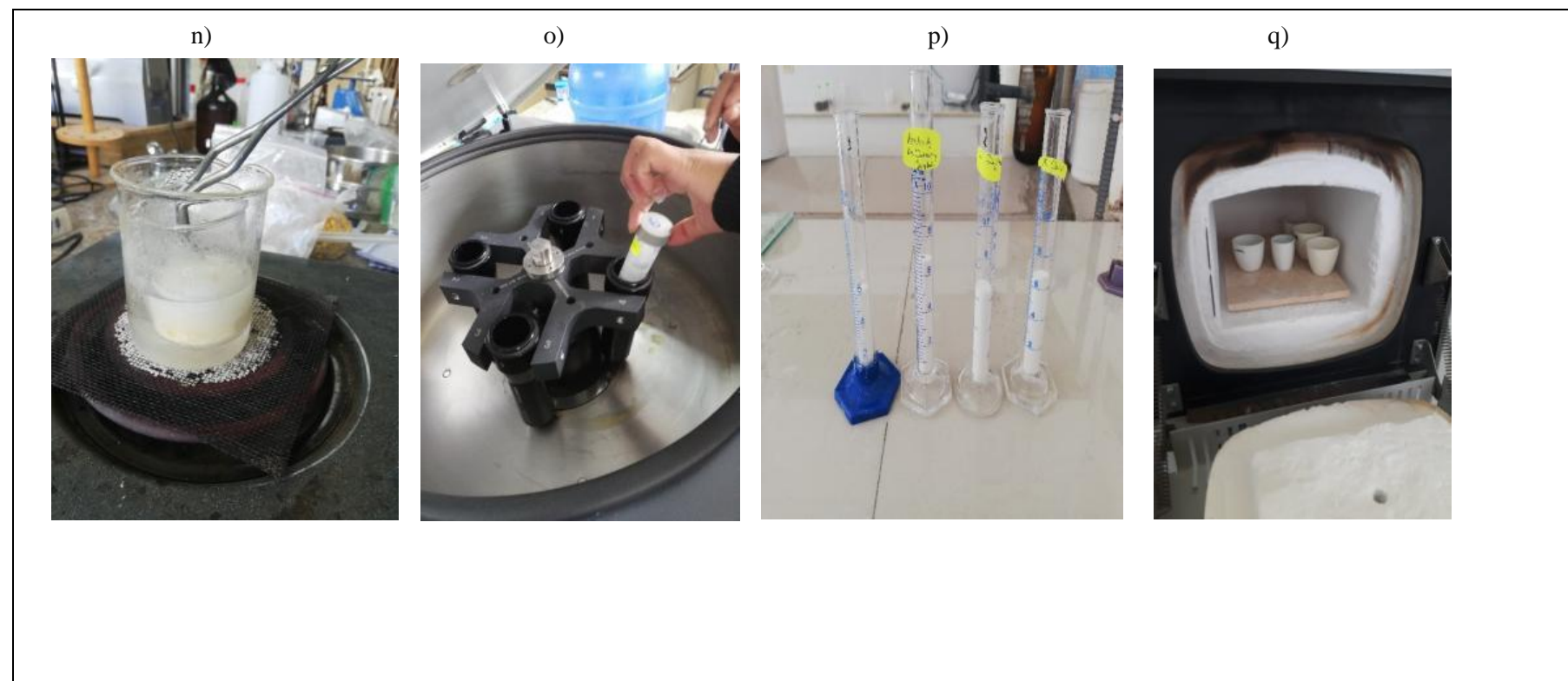
<p>NOTAS:</p>	<p>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</p>	<p align="center"> ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Esthela Lissette Tibán Yanchatuña </p>	<p align="center"> IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA ÓPTIMA DE ALMIDÓN DE QUINUA (<i>Chenopidium quinoa</i>) Y JENGIBRE (<i>Zingiber officinale</i>) PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO. </p>		
<p>e) Triturado del almidón de quinua y jengibre</p> <p>f) Almidón antes de tamizar</p> <p>g) Prueba de Lugol de almidón de jengibre</p> <p>h) Prueba de Lugol de almidón de quinua</p>	<p>Aprobado <input type="checkbox"/></p> <p>Preliminar <input type="checkbox"/></p> <p>Certificado <input type="checkbox"/></p> <p>Por aprobar <input type="checkbox"/></p> <p>Información <input type="checkbox"/></p> <p>Por Calificar <input type="checkbox"/></p>		<p align="center">LÁMINA</p>	<p align="center">ESCALA</p>	<p align="center">FECHA</p>
		<p align="center">2</p>	<p align="center">1:1</p>	<p align="center">2022/03/03</p>	

ANEXO C: CARACTERIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE QUINUA Y JENGIBRE



NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR:</p>	<p>IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA ÓPTIMA DE ALMIDÓN DE QUINUA (<i>Chenopidium quinoa</i>) Y JENGIBRE (<i>Zingiber officinale</i>) PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO.</p>		
i) Determinación de humedad del almidón j) Contenido de ceniza k) Análisis de Ph l) Temperatura de gelatinización m) Viscosidad	Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/>		LÁMINA 3	ESCALA 1:1	FECHA 2022/03/03

ANEXO D: CARACTERIZACIÓN DE LA MEZCLA DE ALMIDONES



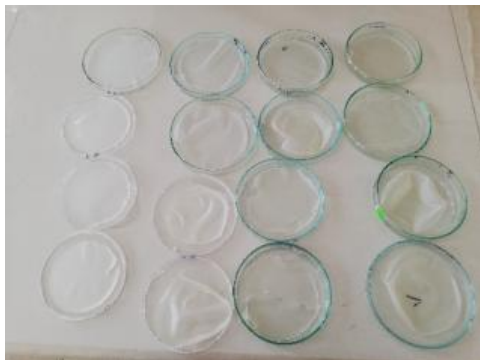
<p>NOTAS:</p>	<p>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Esthela Lissette Tibán Yanchatuña</p>	<p>IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA ÓPTIMA DE ALMIDÓN DE QUINUA (<i>Chenopidium quinoa</i>) Y JENGIBRE (<i>Zingiber officinale</i>) PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO.</p>		
<p>n) Temperatura de gelatinización o) Solubilidad p) Densidad aparente q) calcinación</p>	<p>Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/></p>		<p>LÁMINA</p> <p>4</p>	<p>ESCALA</p> <p>1:1</p>	<p>FECHA</p> <p>2022/03/03</p>

ANEXO E: ELABORACIÓN DEL PLÁSTICO BIODEGRADABLE

r)



s)



t)



NOTAS:	<p align="center">CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</p> <p>Aprobado <input type="checkbox"/></p> <p>Preliminar <input type="checkbox"/></p> <p>Certificado <input type="checkbox"/></p> <p>Por aprobar <input type="checkbox"/></p> <p>Información <input type="checkbox"/></p> <p>Por Calificar <input type="checkbox"/></p>	<p align="center">ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Esthela Lisette Tibán Yanchatuña</p>	<p align="center">IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA ÓPTIMA DE ALMIDÓN DE QUINUA (<i>Chenopidium quinoa</i>) Y JENGIBRE (<i>Zingiber officinale</i>) PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO.</p>		
<p>r) Formulación en cajas Petri.</p> <p>s) Bioplástico seco</p> <p>t) Lámina de bioplástico.</p>			<p align="center">LÁMINA</p> <p align="center">5</p>	<p align="center">ESCALA</p> <p align="center">1:1</p>	<p align="center">FECHA</p> <p align="center">2022/03/03</p>

ANEXO F: CARACTERIZACIÓN DEL BIOPLÁSTICO

u)



v)

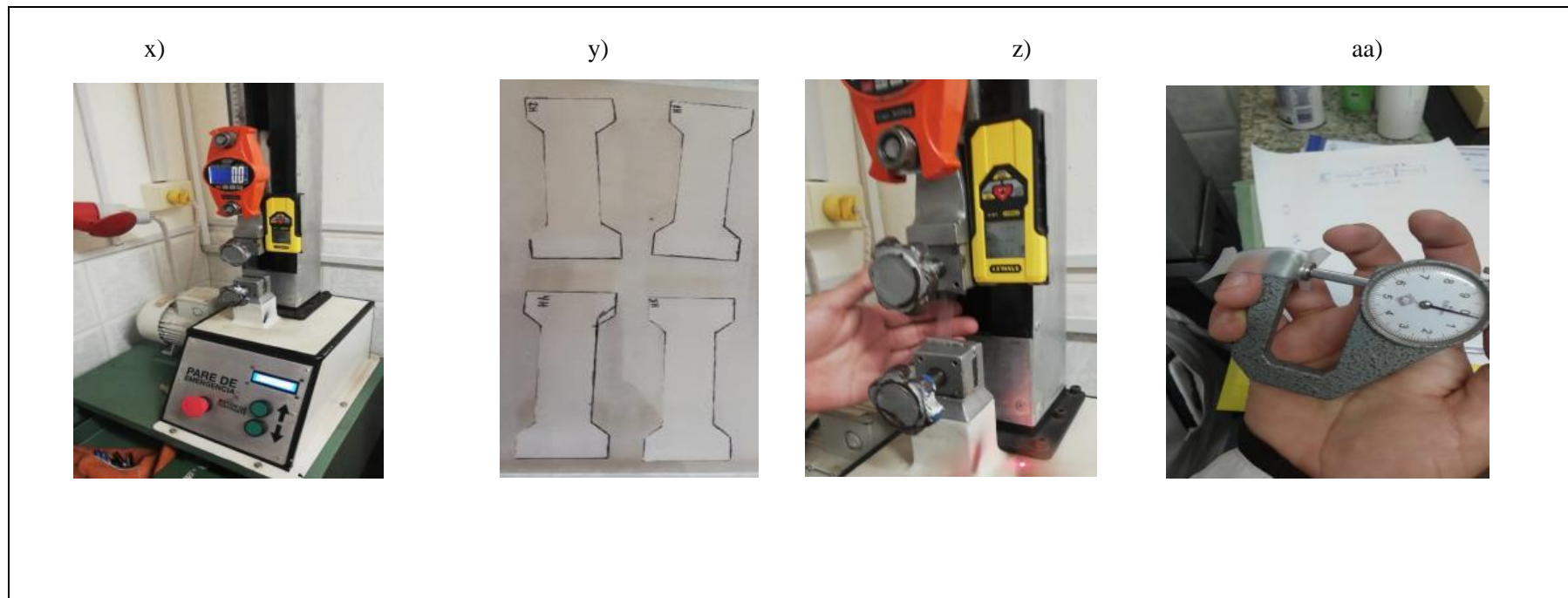


w)



NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Esthela Lissette Tibán Yanchatuña</p>	<p>IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA ÓPTIMA DE ALMIDÓN DE QUINUA (<i>Chenopidium quinoa</i>) Y JENGIBRE (<i>Zingiber officinale</i>) PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO.</p>		
u) Solubilidad	Aprobado <input type="checkbox"/>		LÁMINA	ESCALA	FECHA
v) Permeabilidad	Preliminar <input type="checkbox"/>		6	1:1	2022/03/03
w) Biodegradabilidad	Certificado <input type="checkbox"/>				
	Por aprobar <input type="checkbox"/>				
	Información <input type="checkbox"/>				
	Por Calificar <input type="checkbox"/>				

ANEXO G: PRUEBAS MECÁNICAS DE LA BIOPELÍCULA



NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Esthela Lissette Tibán Yanchatuña	IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA ÓPTIMA DE ALMIDÓN DE QUINUA (<i>Chenopidium quinoa</i>) Y JENGIBRE (<i>Zingiber officinale</i>) PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO.		
x) Máquina de tracción y) Bioplástico en forma de probeta z) Función de la maquina aa) calibre	Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/>		LÁMINA 7	ESCALA 1:1	FECHA 2022/03/03

ANEXO H: ANÁLISIS SENSORIAL DE LA MORA EN LA BIOPELÍCULA

bb)



cc)



dd)



NOTAS:

bb) Mora al ambiente y envuelta con biopelícula
 cc) Biopelícula con la mora
 dd) Después de una semana mora al ambiente

CATEGORÍA DEL DIAGRAMA

Aprobado
 Preliminar
 Certificado
 Por aprobar
 Información
 Por Calificar

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
 ELABORADO POR:
 Esthela Lissette Tibán Yanchatuña

IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA ÓPTIMA DE ALMIDÓN DE QUINUA (*Chenopidium quinoa*) Y JENGIBRE (*Zingiber officinale*) PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO.

LÁMINA

8



ESCALA

1:1



FECHA

2022/03/03

ANEXO I: RESULTADOS DE PRUEBAS MECÁNICAS T1

<table border="1"> <tr> <td>REALIZADO POR</td> <td>ESTHELA LISSETTE TIBÁN YANCHATUNA</td> </tr> <tr> <td>TEMA DE TESIS</td> <td>IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA ÓPTIMA DE ALMIDÓN DE QUÍNUA (<i>Chenopodium quinoa</i>) Y JENGIBRE (<i>Zingiber officinale</i>) PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO</td> </tr> <tr> <td>TIPO DE MATERIAL</td> <td>BIOPLÁSTICO</td> </tr> <tr> <td>TRATAMIENTO</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>REPETICIÓN</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>FECHA DE FABRICACIÓN</td> <td>16/10/2021</td> </tr> <tr> <td>CARACTERÍSTICAS DE COLOR</td> <td>LÁMINA AMARILLO CLARO TRANSPARENTE</td> </tr> <tr> <td>ESPESOR(mm)</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>ANCHURA(mm)</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>LONGITUD INICIAL(mm)</td> <td>276</td> </tr> <tr> <td>SECCIÓN TRANSVERSAL(mm²)</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>CARGA MÁXIMA (N)</td> <td>5,9</td> </tr> <tr> <td>ESFUERZO MÁXIMO(MPa)</td> <td>3,933333</td> </tr> <tr> <td>MODULO DE ELASTICIDAD (Mpa)</td> <td>47,89</td> </tr> <tr> <td>CARGA DE FLUENCIA (N)</td> <td>5,89995</td> </tr> <tr> <td>ESFUERZO DE FLUENCIA (Mpa)</td> <td>2,1</td> </tr> <tr> <td>PORCENTAJE DE ELONGACIÓN</td> <td>24,29</td> </tr> </table>		REALIZADO POR	ESTHELA LISSETTE TIBÁN YANCHATUNA	TEMA DE TESIS	IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA ÓPTIMA DE ALMIDÓN DE QUÍNUA (<i>Chenopodium quinoa</i>) Y JENGIBRE (<i>Zingiber officinale</i>) PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO	TIPO DE MATERIAL	BIOPLÁSTICO	TRATAMIENTO	1	REPETICIÓN	1	FECHA DE FABRICACIÓN	16/10/2021	CARACTERÍSTICAS DE COLOR	LÁMINA AMARILLO CLARO TRANSPARENTE	ESPESOR(mm)	0,1	ANCHURA(mm)	15	LONGITUD INICIAL(mm)	276	SECCIÓN TRANSVERSAL(mm²)	1,5	CARGA MÁXIMA (N)	5,9	ESFUERZO MÁXIMO(MPa)	3,933333	MODULO DE ELASTICIDAD (Mpa)	47,89	CARGA DE FLUENCIA (N)	5,89995	ESFUERZO DE FLUENCIA (Mpa)	2,1	PORCENTAJE DE ELONGACIÓN	24,29	<p>Aprobado por</p>   <p>ING. JULIO LLERENA TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE CURTIEMBRE Y FIBRAS AGROINDUSTRIALES</p>		
REALIZADO POR	ESTHELA LISSETTE TIBÁN YANCHATUNA																																					
TEMA DE TESIS	IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA ÓPTIMA DE ALMIDÓN DE QUÍNUA (<i>Chenopodium quinoa</i>) Y JENGIBRE (<i>Zingiber officinale</i>) PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO																																					
TIPO DE MATERIAL	BIOPLÁSTICO																																					
TRATAMIENTO	1																																					
REPETICIÓN	1																																					
FECHA DE FABRICACIÓN	16/10/2021																																					
CARACTERÍSTICAS DE COLOR	LÁMINA AMARILLO CLARO TRANSPARENTE																																					
ESPESOR(mm)	0,1																																					
ANCHURA(mm)	15																																					
LONGITUD INICIAL(mm)	276																																					
SECCIÓN TRANSVERSAL(mm²)	1,5																																					
CARGA MÁXIMA (N)	5,9																																					
ESFUERZO MÁXIMO(MPa)	3,933333																																					
MODULO DE ELASTICIDAD (Mpa)	47,89																																					
CARGA DE FLUENCIA (N)	5,89995																																					
ESFUERZO DE FLUENCIA (Mpa)	2,1																																					
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN	24,29																																					
NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA	IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA ÓPTIMA DE ALMIDÓN DE QUINUA (<i>Chenopodium quinoa</i>) Y JENGIBRE (<i>Zingiber officinale</i>) PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO.																																			
ee) Ensayo de Tracción 1	<ul style="list-style-type: none"> ○ Aprobado ○ Certificado ○ Por aprobar ○ Por calificar ○ Por verificar 	ELABORADO POR: Esthela Lissette Tibán Yanchatuña	LÁMINA	ESCALA	FECHA																																	
			9	1:10	2022/03/03																																	

ANEXO J: RESULTADOS DE PRUEBAS MECÁNICAS T2

<table border="1"> <tr> <td>REALIZADO POR</td> <td>ESTHELA LISSETTE TIBÁN YANCHATUÑA</td> </tr> <tr> <td>TEMA DE TESIS</td> <td>IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA ÓPTIMA DE ALMIDÓN DE QUÍNUA (<i>Chenopidium quinoa</i>) Y JENGIBRE (<i>Zingiber officinale</i>) PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO</td> </tr> <tr> <td>TIPO DE MATERIAL</td> <td>BIOPLÁSTICO</td> </tr> <tr> <td>TRATAMIENTO</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>REPETICIÓN</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>FECHA DE FABRICACIÓN</td> <td>16/10/2021</td> </tr> <tr> <td>CARACTERÍSTICAS DE COLOR</td> <td>LÁMINA AMARILLO CLARO TRANSPARENTE</td> </tr> <tr> <td>ESPESOR(mm)</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>ANCHURA(mm)</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>LONGITUD INICIAL(mm)</td> <td>274</td> </tr> <tr> <td>SECCIÓN TRANSVERSAL(mm²)</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>CARGA MÁXIMA (N)</td> <td>4,9</td> </tr> <tr> <td>ESFUERZO MÁXIMO(MPa)</td> <td>3,266667</td> </tr> <tr> <td>MODULO DE ELASTICIDAD (Mpa)</td> <td>41,96</td> </tr> <tr> <td>CARGA DE FLUENCIA (N)</td> <td>4,900005</td> </tr> <tr> <td>ESFUERZO DE FLUENCIA (Mpa)</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>PORCENTAJE DE ELONGACIÓN</td> <td>22,86</td> </tr> </table>		REALIZADO POR	ESTHELA LISSETTE TIBÁN YANCHATUÑA	TEMA DE TESIS	IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA ÓPTIMA DE ALMIDÓN DE QUÍNUA (<i>Chenopidium quinoa</i>) Y JENGIBRE (<i>Zingiber officinale</i>) PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO	TIPO DE MATERIAL	BIOPLÁSTICO	TRATAMIENTO	2	REPETICIÓN	1	FECHA DE FABRICACIÓN	16/10/2021	CARACTERÍSTICAS DE COLOR	LÁMINA AMARILLO CLARO TRANSPARENTE	ESPESOR(mm)	0,1	ANCHURA(mm)	15	LONGITUD INICIAL(mm)	274	SECCIÓN TRANSVERSAL(mm ²)	1,5	CARGA MÁXIMA (N)	4,9	ESFUERZO MÁXIMO(MPa)	3,266667	MODULO DE ELASTICIDAD (Mpa)	41,96	CARGA DE FLUENCIA (N)	4,900005	ESFUERZO DE FLUENCIA (Mpa)	2	PORCENTAJE DE ELONGACIÓN	22,86	<p>Aprobado por</p>   <p>ING. JULIO LLERENA TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE CURTIEMBRE Y FIBRAS AGROINDUSTRIALES</p>		
REALIZADO POR	ESTHELA LISSETTE TIBÁN YANCHATUÑA																																					
TEMA DE TESIS	IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA ÓPTIMA DE ALMIDÓN DE QUÍNUA (<i>Chenopidium quinoa</i>) Y JENGIBRE (<i>Zingiber officinale</i>) PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO																																					
TIPO DE MATERIAL	BIOPLÁSTICO																																					
TRATAMIENTO	2																																					
REPETICIÓN	1																																					
FECHA DE FABRICACIÓN	16/10/2021																																					
CARACTERÍSTICAS DE COLOR	LÁMINA AMARILLO CLARO TRANSPARENTE																																					
ESPESOR(mm)	0,1																																					
ANCHURA(mm)	15																																					
LONGITUD INICIAL(mm)	274																																					
SECCIÓN TRANSVERSAL(mm ²)	1,5																																					
CARGA MÁXIMA (N)	4,9																																					
ESFUERZO MÁXIMO(MPa)	3,266667																																					
MODULO DE ELASTICIDAD (Mpa)	41,96																																					
CARGA DE FLUENCIA (N)	4,900005																																					
ESFUERZO DE FLUENCIA (Mpa)	2																																					
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN	22,86																																					
NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Esthela Lissette Tibán Yanchatuña	IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA ÓPTIMA DE ALMIDÓN DE QUÍNUA (<i>Chenopidium quinoa</i>) Y JENGIBRE (<i>Zingiber officinale</i>) PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO.																																			
ff) Ensayo de Tracción 2	<ul style="list-style-type: none"> ○ Aprobado ○ Certificado ○ Por aprobar ○ Por calificar ○ Por verificar 		<table border="1"> <tr> <td>LÁMINA</td> <td>ESCALA</td> <td>FECHA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">1:10</td> <td style="text-align: center;">2022/03/03</td> </tr> </table>	LÁMINA	ESCALA	FECHA	10	1:10	2022/03/03																													
LÁMINA	ESCALA	FECHA																																				
10	1:10	2022/03/03																																				

ANEXO K: RESULTADOS DE PRUEBAS MECÁNICAS T3

REALIZADO POR	ESTHELA LISSETTE TIBÁN YANCHATUÑA
TEMA DE TESIS	IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA ÓPTIMA DE ALMIDÓN DE QUINUA (<i>Chenopidium quinoa</i>) Y JENGIBRE (<i>Zingiber officinale</i>) PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO
TIPO DE MATERIAL	Bioplástico
TRATAMIENTO	3
REPETICIÓN	1
FECHA DE FABRICACIÓN	16/10/2021
CARACTERÍSTICAS DE COLOR	LÁMINA AMARILLO CLARO TRANSPARENTE
ESPESOR(mm)	29
ANCHURA(mm)	15
LONGITUD INICIAL(mm)	273
SECCIÓN TRANSVERSAL(mm ²)	1,5
CARGA MÁXIMA (N)	2,9
ESFUERZO MÁXIMO(MPa)	1,933333
MODULO DE ELASTICIDAD (Mpa)	24,74
CARGA DE FLUENCIA (N)	2,899995
ESFUERZO DE FLUENCIA (Mpa)	1,8
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN	22,86

Aprobado por



Julio Llerena

ING. JULIO LLERENA

TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE CURTIEMBRE Y FIBRAS AGROINDUSTRIALES

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA	IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA ÓPTIMA DE ALMIDÓN DE QUINUA (<i>Chenopidium quinoa</i>) Y JENGIBRE (<i>Zingiber officinale</i>) PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO.		
			LÁMINA	ESCALA	FECHA
gg) Ensayo de Tracción 2	<ul style="list-style-type: none"> ○ Aprobado ○ Certificado ○ Por aprobar ○ Por calificar ○ Por verificar 	ELABORADO POR: Esthela Lissette Tibán Yanchatuña	11	1:10	2022/03/03

ANEXO L: RESULTADOS DE PRUEBAS MECÁNICAS T4

REALIZADO POR	ESTHELA LISSETTE TIBAN YANCHATUÑA
TEMA DE TESIS	IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA ÓPTIMA DE ALMIDÓN DE QUINUA (<i>Chenopodium quinoa</i>) Y JENGIBRE (<i>Zingiber officinale</i>) PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO
TIPO DE MATERIAL	BIOPLÁSTICO
TRATAMIENTO	
REPETICIÓN	4
FECHA DE FABRICACIÓN	1
CARACTERÍSTICAS DE COLOR	16/10/2021
ESPESOR(mm)	LÁMINA AMARILLO CLARO TRANSPARENTE
ANCHURA(mm)	0,1
LONGITUD INICIAL(mm)	15
SECCIÓN TRANSVERSAL(mm ²)	276
CARGA MÁXIMA (N)	1,5
ESFUERZO MÁXIMO(MPa)	2,9
MODULO DE ELASTICIDAD (Mpa)	1,933333
CARGA DE FLUENCIA (N)	40,02
ESFUERZO DE FLUENCIA (Mpa)	2,89995
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN	1,8
	14,29

Aprobado por




ING. JULIO LLERENA

TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE CURTIEMBRE Y FIBRAS AGROINDUSTRIALES

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA	IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA ÓPTIMA DE ALMIDÓN DE QUINUA (<i>Chenopodium quinoa</i>) Y JENGIBRE (<i>Zingiber officinale</i>) PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO.		
			LÁMINA	ESCALA	FECHA
hh) Ensayo de Tracción 3	<ul style="list-style-type: none"> ○ Aprobado ○ Certificado ○ Por aprobar ○ Por calificar ○ Por verificar 	ELABORADO POR: Esthela Lissette Tibán Yanchatuña	12	1:10	2022/03/03

ANEXO M: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA MEZCLA DE ALMIDONES

SAQMIC
Servicio de Análisis Químico y Microbiológico en Alimentos

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE MUESTRAS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) Y JENGIBRE (*Zingiber officinale*)

NOMBRE: Esthela Lissette Tibán Yanchatuña
TIPO DE MUESTRA: Mezcla de almidón de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) y Jengibre (*Zingiber officinale*)
Fecha: 24 de agosto del 2021.

INFORME ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

Determinaciones	Unidades	* Métodos de Análisis	Mezcla
Proteína	%	Kjeldahl	1,19
Fibra	%	Digestión ácida básica	0,27

INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Mezcla de Almidones

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

Atentamente:

 Dra. Gina Alvarez R.
 RESPONSABLE TÉCNICO LABORATORIO
Nota: El presente informe, afecta únicamente a las muestras analizadas.

SAQMIC Servicio de Análisis Químico y Microbiológico
 Dra. Gina Alvarez
 Telf: 2 924 322 - Cel: 0998580274

Dirección: Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes
 Contactanos: 0998580374 - 032942322 ó 0984648617
 Riobamba - Ecuador

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA	IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA ÓPTIMA DE ALMIDÓN DE QUINUA (<i>Chenopodium quinoa</i>) Y JENGIBRE (<i>Zingiber officinale</i>) PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO.		
			LÁMINA	ESCALA	FECHA
ii) Análisis Microbiológico de la mezcla	<ul style="list-style-type: none"> ○ Aprobado ○ Certificado ○ Por aprobar ○ Por calificar ○ Por verificar 	ELABORADO POR: Esthela Lissette Tibán Yanchatuña	13	1:10	2022/03/03

ANEXO N: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALMIDÓN DE QUINUA Y JENGIBRE



NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA	IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA ÓPTIMA DE ALMIDÓN DE QUINUA (<i>Chenopodium quinoa</i>) Y JENGIBRE (<i>Zingiber officinale</i>) PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO.		
			LÁMINA	ESCALA	FECHA
jj) Análisis Microbiológico del almidón de quinoa y jengibre	<input type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Certificado <input type="radio"/> Por aprobar <input type="radio"/> Por calificar <input type="radio"/> Por verificar	ELABORADO POR: Esthela Lissette Tibán Yanchatuña	14	1:10	2022/03/03

ANEXO O: ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE LA MATERIA PRIMA



NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA	IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA ÓPTIMA DE ALMIDÓN DE QUINUA (<i>Chenopidium quinoa</i>) Y JENGIBRE (<i>Zingiber officinale</i>) PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO.		
			LÁMINA	ESCALA	FECHA
kk) Análisis Físico-Químico	<ul style="list-style-type: none"> ○ Aprobado ○ Certificado ○ Por aprobar ○ Por calificar ○ Por verificar 	ELABORADO POR: Esthela Lissette Tibán Yanchatuña	15	1:10	2022/03/03

ANEXO P: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA MATERIA PRIMA

SAQMIC
Servicio Analítico Químico y Microbiológico
en Aguas y Alimentos

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE MUESTRAS DE QUINUA (*Chenopidium quinoa*) Y JENGIBRE (*Zingiber officinale*)

NOMBRE: Esthela Lissette Tibán Yanchatuña
TIPO DE MUESTRA
Muestra 1 Materia prima de Quinoa (*Chenopidium quinoa*)
Muestra 2 Materia prima de Jengibre (*Zingiber officinale*)
Fecha: 24 de agosto del 2021

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Muestra 1			
Determinaciones	Unidades	Método	Resultados
Aerobios Mesófilos	UFC/g	Siembre en masa	40
Coliformes Totales	UFC/g	Siembre en masa	Ausencia
Coliformes Fecales	UFC/g	Siembre en masa	Ausencia
Mohos y levaduras	UFC/g	Siembre en masa	10

Muestra 2			
Determinaciones	Unidades	Método	Resultados
Aerobios Mesófilos	UFC/g	Siembre en masa	80
Coliformes Totales	UFC/g	Siembre en masa	70
Coliformes Fecales	UFC/g	Siembre en masa	Ausencia
Mohos y levaduras	UFC/g	Siembre en masa	20

Atentamente,

Dra. Gina Alvarez R.
RESPONSABLE TÉCNICO LABORATORIO
Nota: El presente informe, afecta únicamente a las muestras analizadas.


SAQMIC Servicio de Análisis Químico y Microbiológico
Dra. Gina Alvarez
Telf: 2 924 322 - Cel: 0998580374

Dirección: Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes
Contactanos: 0998580374 032942322 ó 0984648617
Riobamba - Ecuador


NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA	IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA ÓPTIMA DE ALMIDÓN DE QUINUA (<i>Chenopidium quinoa</i>) Y JENGIBRE (<i>Zingiber officinale</i>) PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO.		
			LÁMINA	ESCALA	FECHA
II) Análisis Microbiológico de la materia prima	<ul style="list-style-type: none"> ○ Aprobado ○ Certificado ○ Por aprobar ○ Por calificar ○ Por verificar 	ELABORADO POR: Esthela Lissette Tibán Yanchatuña	16	1:10	2022/03/03

ANEXO Q: ANÁLISIS DE AMILOSA DE LA MEZCLA DE ALMIDONES

MC-LSAIA-2201-06



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



INFORME DE ENSAYO No: 21-0141

**NOMBRE PETICIONARIO:	Srta. Esthela Tiban	**INSTITUCIÓN:	Particular
**DIRECCIÓN:	Riobamba Av Pedro Vicente y Jacinto de Evía	**ATENCIÓN:	Srta. Esthela Tiban
FECHA DE EMISIÓN:	29/07/2021	FECHA DE RECEPCIÓN.:	09/05/2021
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 19 al 29 de julio del 2021	HORA DE RECEPCIÓN:	13h00
		ANÁLISIS SOLICITADO:	Amilosa

ANÁLISIS MÉTODO	HUMEDAD MO-LSAIA-01.01	AMILOSA ^Ω MO-LSAIA-04	**IDENTIFICACIÓN
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	Morrison y Laignelet 1983	
UNIDAD	%	%	
21-0861	6,18	33,08	Almidón Mezcla Quinoa y Jengibre

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


 IVAN RODRIGO
 SAMANIEGO
 SANCHEZ
 Dr. Ivan Samaniego
RESPONSABLE TÉCNICO

RESPONSABLES DEL INFORME




 BLADIMIR
 ESPAIN ORTIZ
 RAMOS
 Ing. Bladimir Ortiz
RESPONSABLE CALIDAD

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

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

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA	IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA ÓPTIMA DE ALMIDÓN DE QUINUA (<i>Chenopodium quinoa</i>) Y JENGIBRE (<i>Zingiber officinale</i>) PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO.		
			LÁMINA	ESCALA	FECHA
mm) Amilosa de la mezcla de almidones	<ul style="list-style-type: none"> ○ Aprobado ○ Certificado ○ Por aprobar ○ Por calificar ○ Por verificar 	ELABORADO POR: Esthela Lissette Tibán Yanchatuña	17	1:10	2022/03/03

ANEXO R: ANÁLISIS DE AMILOSA DE QUINUA Y JENGIBRE

MC-LSAIA-2201-06 		INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS Panamericana Sur Km. 1, Cutuglagua Tifa, 2690691-3007134, Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340																							
INFORME DE ENSAYO No: 21-0173																									
**NOMBRE PETICIONARIO: **DIRECCIÓN: FECHA DE EMISIÓN: FECHA DE ANÁLISIS:		Srta. Esthela Tiban Riobamba Av Pedro Vicente y Jacinto de Evia 26 de Agosto del 2021 Del 23 al 26 de agosto del 2021		**INSTITUCIÓN: **ATENCIÓN: FECHA DE RECEPCIÓN: HORA DE RECEPCIÓN: ANÁLISIS SOLICITADO:		Particular Srta. Esthela Tiban 23/08/2021 13h00 Amilosa																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ANÁLISIS METODO</th> <th>HUMEDAD MO-LSAIA-01.01</th> <th>AMILOSA^Q MO-LSAIA-04</th> <th>**IDENTIFICACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>METODO REF.</td> <td>U. FLORIDA 1970</td> <td>Morrison y Laignelet</td> <td></td> </tr> <tr> <td>UNIDAD</td> <td>%</td> <td>%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>21-0987</td> <td>7,72</td> <td>27,36</td> <td>Materia Prima Jengibre</td> </tr> <tr> <td>21-0988</td> <td>13,74</td> <td>21,11</td> <td>Materia Prima Quinua</td> </tr> </tbody> </table>		ANÁLISIS METODO	HUMEDAD MO-LSAIA-01.01	AMILOSA ^Q MO-LSAIA-04	**IDENTIFICACIÓN	METODO REF.	U. FLORIDA 1970	Morrison y Laignelet		UNIDAD	%	%		21-0987	7,72	27,36	Materia Prima Jengibre	21-0988	13,74	21,11	Materia Prima Quinua	Los ensayos marcados con Q se reportan en base seca. OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente		RESPONSABLES DEL INFORME	
ANÁLISIS METODO	HUMEDAD MO-LSAIA-01.01	AMILOSA ^Q MO-LSAIA-04	**IDENTIFICACIÓN																						
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	Morrison y Laignelet																							
UNIDAD	%	%																							
21-0987	7,72	27,36	Materia Prima Jengibre																						
21-0988	13,74	21,11	Materia Prima Quinua																						
 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																									
<small> NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información. La información entregada por el cliente y generada durante las actividades de laboratorio es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo puede ser usada por este. Los datos marcados con ** son suministrados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza por esta información. </small>																									
NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA		IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA ÓPTIMA DE ALMIDÓN DE QUINUA (<i>Chenopidium quinoa</i>) Y JENGIBRE (<i>Zingiber officinale</i>) PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO.																					
nn) Análisis de amilosa de la materia prima	<ul style="list-style-type: none"> ○ Aprobado ○ Certificado ○ Por aprobar ○ Por calificar ○ Por verificar 	ELABORADO POR: Esthela Lissette Tibán Yanchatuña		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>LÁMINA</th> <th>ESCALA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">18</td> <td style="text-align: center;">1:10</td> <td style="text-align: center;">2022/03/03</td> </tr> </tbody> </table>	LÁMINA	ESCALA	FECHA	18	1:10	2022/03/03															
LÁMINA	ESCALA	FECHA																							
18	1:10	2022/03/03																							



esPOCH

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS
BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y
BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 12 / 05 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)

Nombres – Apellidos: *Esthela Lissette Tiban Yanchatuña*

INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

Facultad: *Ciencias*

Carrera: *Ingeniería Química*

Título a optar: *Ingeniera Química*

f. Analista de Biblioteca responsable: *Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.*



0852-DBRA-UTP-2022