



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

**“SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UN BIOPLÁSTICO
ELABORADO A PARTIR DE CÁSCARA DE PAPAYA (*Carica
papaya maradol roja*) Y MAÍZ (*Zea mays*)”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO QUÍMICO

AUTOR:

HAMILTON ISRRAEL DOMINGUEZ MANZANO

Riobamba - Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

**“SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UN BIOPLÁSTICO
ELABORADO A PARTIR DE CÁSCARA DE PAPAYA (*Carica
papaya maradol roja*) Y MAÍZ (*Zea mays*)”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO QUÍMICO

AUTOR: HAMILTON ISRAEL DOMINGUEZ MANZANO

DIRECTORA: Ing. LINDA MARIUXI FLORES FIALLOS MSc.

Riobamba - Ecuador

2022

©2022, Hamilton Isrrael Dominguez Manzano

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

Yo, HAMILTON ISRRAEL DOMINGUEZ MANZANO, 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 autor 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, 14 de diciembre de 2022



Hamilton Isrrael Dominguez Manzano

220005320-1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; Tipo: Proyecto de Investigación, **“SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UN BIOPLÁSTICO ELABORADO A PARTIR DE CÁSCARA DE PAPAYA (*Carica papaya maradol roja*) Y MAÍZ (*Zea mays*)”**, realizado por el señor: **HAMILTON ISRRAEL DOMINGUEZ MANZANO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud del Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Segundo Hugo Calderón MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-12-14
Ing. Linda Mariuxi Flores Fiallos MSc. DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2022-12-14
Bqf. Cristina Nataly Villegas Freire MSc. ASESORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2022-12-14

DEDICATORIA

Este trabajo está dirigido para mi Madre, agradeciendo primeramente a Dios por ayudarme a culminarlo. En segundo lugar, a mi familia, esposa, abuelita, hermanos y tío ya que ellos fueron mi sostén durante mi tiempo académico, poniendo en mí su confianza y ayuda no solo económica si no también emocional, compartiendo y celebrando juntos éste logro alcanzado.

Hamilton

AGRADECIMIENTO

El fin de este trabajo fue logrado gracias al apoyo de mis Catedráticos de toda mi carrera universitaria por su tiempo y conocimientos impartidos.

Agradezco a la Ingeniera Linda Flores y a la Bioquímica Cristina Villegas por su seguimiento para culminar este trabajo.

Finalmente agradezco a personas que compartieron su amistad y ayuda durante mi periodo académico.

Hamilton

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	4
1.1. Identificación del problema.....	4

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO.....	5
2.1. Antecedentes de la investigación.....	5
2.2. Frutas.....	8
2.2.1. <i>Papaya (Carica papaya maradol roja)</i>	8
2.2.1.1. <i>Origen</i>	8
2.2.1.2. <i>Morfología</i>	8
2.2.1.3. <i>Planta</i>	9
2.2.1.4. <i>Suelos</i>	9
2.2.1.5. <i>Hojas</i>	9
2.2.1.6. <i>Flores</i>	9
2.2.1.7. <i>Fruto</i>	10
2.2.1.8. <i>Distribución y variedades de papaya que se cultivan en el país</i>	10
2.2.1.9. <i>Temperatura</i>	11
2.2.1.10. <i>Humedad</i>	11
2.2.1.11. <i>Luz</i>	12
2.2.1.12. <i>Taxonomía</i>	12
2.2.1.13. <i>Propiedades Físicoquímicas</i>	12
2.2.2. <i>Maíz (Zea mays)</i>	13
2.2.2.1. <i>Origen</i>	13
2.2.2.2. <i>Estructura</i>	14

2.2.2.3.	<i>Comercio</i>	15
2.2.2.4.	<i>Morfología del maíz</i>	15
2.2.2.5.	<i>Taxonomía del maíz</i>	16
2.2.2.6.	<i>Valor nutricional del maíz</i>	17
2.2.3.	Polímeros	17
2.2.3.1.	<i>Polímero biodegradable</i>	17
2.2.4.	Gelatinización	17
2.2.5.	Plastificantes	18
2.2.6.	Glicerina	18
2.2.7.	Ácido acético	18
2.2.8.	Agua destilada	18
2.2.9.	Embalajes basados en almidón	19
2.2.10.	Biodegradación	19
2.3.	Planteamiento de las hipótesis	19
2.3.1.	Hipótesis General	19
2.3.2.	Hipótesis Específicas	19
2.4.	Identificación de variables	20
2.5.	Operacionalización de variables	21
2.6.	Matriz de consistencia	22
2.7.	Tipo y Diseño de Investigación	23
2.7.1.	Tipo de Estudio	23
2.7.1.1.	<i>Según el método de estudio</i>	23
2.7.1.2.	<i>Según el objetivo de estudio</i>	23
2.7.1.3.	<i>Según el nivel de profundización en el objeto de estudio</i>	23
2.7.1.4.	<i>Según la manipulación de variables</i>	23
2.7.1.5.	<i>Según el tipo de inferencia</i>	24
2.7.1.6.	<i>Según el periodo temporal</i>	24
2.7.1.7.	<i>Según los medios para obtener los datos</i>	24
2.7.2.	Diseño de Estudio	24
2.7.2.1.	<i>Método Experimental del estudio</i>	24
2.7.2.2.	<i>Diseño factorial 2k</i>	25
2.7.2.3.	<i>Diseño factorial 2k para mezclas</i>	25
2.8.	Unidad de Análisis	25
2.9.	Poblaciones de Estudio	26
2.10.	Tamaño de Muestra	26
2.11.	Selección de la muestra	26
2.12.	Métodos de recopilación de datos	26

2.12.1.	<i>Obtención del almidón</i>	26
2.12.1.1.	<i>Técnica para realizar la caracterización físico químico de los almidones</i>	30
2.13.	Técnica de obtención del bioplástico	35
2.13.1.	<i>Diseño factorial 2^k</i>	35
2.13.2.	<i>Obtención de bioplástico de papaya y maíz</i>	37

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
3.1.	Datos obtenidos de las pruebas físicas- químicas de la cáscara de papaya y maíz 42	
3.1.1.	<i>Rendimientos obtenidos del almidón</i>	44
3.1.2.	<i>Ensayos físico químicos de almidón de cáscara papaya y maíz</i>	51
3.1.2.1.	<i>Densidad aparente</i>	51
3.1.2.2.	<i>Solubilidad</i>	52
3.1.2.3.	<i>pH</i>	52
3.1.2.4.	<i>Contenido de ceniza</i>	53
3.1.2.5.	<i>Contenido de humedad y materia seca</i>	54
3.1.2.6.	<i>Temperatura de gelatinización</i>	55
3.1.2.7.	<i>Tamaño de granulo</i>	56
3.1.2.8.	<i>Amilosa y Amilopectina</i>	57
3.2.	Beneficios adquiridos del bioplástico	60
3.2.1.	<i>Análisis sensorial del bioplástico</i>	62
3.2.1.1.	<i>Ensayos iniciales usando variables establecidas para bioplásticos</i>	62
3.2.2.	<i>Cálculos realizados a los ensayos de bioplástico de cáscara de papaya (Carica papaya maradol roja) y maíz (Zea mays)</i>	63
3.2.2.1.	<i>Cálculos del ensayo de humedad</i>	63
3.2.2.2.	<i>Cálculo de ensayo de solubilidad</i>	63
3.2.2.3.	<i>Cálculo de ensayo de permeabilidad al vapor</i>	64
3.2.2.4.	<i>Cálculo de ensayo de biodegradación</i>	65
3.2.3.	Resultados de las caracterizaciones físicas y mecánicas de los bioplásticos	66
3.2.3.1.	<i>Ensayo de espesor de las láminas biodegradables</i>	66
3.2.3.2.	<i>Ensayo de humedad</i>	68
3.2.3.3.	<i>Ensayo de solubilidad en agua</i>	70
3.2.3.4.	<i>Ensayo de permeabilidad al vapor</i>	72
3.2.3.5.	<i>Resultados del ensayo mecánico</i>	76
3.2.3.6.	<i>Ensayo de biodegradabilidad</i>	79

3.2.3.7.	<i>Estimación del tiempo de vida útil de los alimentos recubiertos con bioplástico</i>	95
3.3.	Prueba de hipótesis	98
3.3.1.	<i>Hipótesis 1</i>	98
3.3.2.	<i>Hipótesis 2</i>	98
3.3.3.	<i>Hipótesis 3</i>	98
3.3.4.	<i>Hipótesis 4</i>	99
CONCLUSIONES		100
RECOMENDACIONES		102
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Antecedentes de Investigación	6
Tabla 2-2:	Taxonomía de la papaya.....	12
Tabla 3-2:	Valor nutricional de la papaya.....	12
Tabla 4-2:	Englobe comercial del maíz basado en el color	15
Tabla 5-2:	Taxonomía del maíz amarillo (<i>Zea mays</i>).....	16
Tabla 6-2:	Valor nutricional del maíz amarillo (<i>Zea mays</i>).....	17
Tabla 7-2:	Variables dependientes e independientes	20
Tabla 8-2:	Operacionalización de las variables obtención y caracterización del almidón...21	
Tabla 9-2:	Matriz de consistencia.....	22
Tabla 10-2:	Técnica de extracción del almidón de cáscara de papaya	27
Tabla 11-2:	Sistema de arrancamiento del almidón de maíz	28
Tabla 12-2:	Técnica de ensayos físico químico para los almidones de papaya y maíz	30
Tabla 13-2:	Datos obtenidos del diseño factorial 2k para la obtención de bioplástico	36
Tabla 14-2:	Proceso para la creación de bioplástico de papaya.....	37
Tabla 15-2:	Proceso para la creación de bioplástico de maíz	38
Tabla 16-2:	Ensayos para la caracterización de las biopelículas	39
Tabla 1-3:	Análisis cualitativo de papaya (<i>Carica papaya maradol roja</i>)	42
Tabla 2-3:	Reconocimiento cualitativo de maíz amarillo (<i>Zea mays</i>)	43
Tabla 3-3:	Resultados de rendimiento obtenidos de cáscara papaya	44
Tabla 4-3:	Análisis de varianza del rendimiento de almidón de la cáscara de Papaya	45
Tabla 5-3:	Resultados de rendimiento obtenidos de maíz amarillo (<i>Zea mays</i>)	46
Tabla 6-3:	Análisis de varianza del rendimiento de almidón maíz amarillo (<i>Zea mays</i>)....	47
Tabla 7-3:	Prueba de Tukey de almidón obtenido de la cáscara de papaya.....	48
Tabla 8-3:	Prueba de Tukey de almidón obtenido del maíz amarillo (<i>Zea mays</i>)	48
Tabla 9-3:	Variables de obtención de almidón de cáscara de papaya.....	49
Tabla 10-3:	Variables de obtención de almidón maíz amarillo (<i>Zea mays</i>)	49
Tabla 11-3:	Resultados de densidad aparente de cáscara papaya (<i>Carica papaya maradol roja</i>).....	51
Tabla 12-3:	Resultados de densidad aparente del maíz cuzco amarillo (<i>Zea mays</i>).....	51
Tabla 13-3:	Resultados de solubilidad cáscara de papaya (<i>Carica papaya maradol roja</i>)....	52
Tabla 14-3:	Resultados de solubilidad de maíz cuzco amarillo (<i>Zea mays</i>).....	52
Tabla 15-3:	Resultados de pH de cáscara de papaya (<i>Carica papaya maradol roja</i>).....	52
Tabla 16-3:	Resultados de pH del maíz cuzco amarillo (<i>Zea mays</i>).....	53
Tabla 17-3:	Resultados de contenido de ceniza de la cáscara de papaya (<i>Carica papaya</i>) ...	53

Tabla 18-3:	Resultados de contenido de ceniza del maíz cuzco amarillo (<i>Zea mays</i>).....	54
Tabla 19-3:	Resultados de contenido de humedad y materia seca de cáscara de papaya	54
Tabla 20-3:	Resultado de contenido de humedad y materia seca de maíz cuzco amarillo	55
Tabla 21-3:	Resultados de temperatura de gelatinización de cáscara papaya.....	55
Tabla 22-3:	Resultados de temperatura de gelatinización maíz cuzco amarillo (<i>Zea mays</i>) .	56
Tabla 23-3:	Resultados de tamaño de granulo de la cáscara de papaya.....	56
Tabla 24-3:	Resultados de tamaño de granulo de maíz cuzco amarillo (<i>Zea mays</i>)	57
Tabla 25-3:	Contenido de amilosa y amilopectina de la cáscara de papaya	57
Tabla 26-3:	Contenido de amilosa y amilopectina de maíz cuzco amarillo (<i>Zea mays</i>).....	58
Tabla 27-3:	Resumen de ensayos fisicoquímicos del almidón de cáscara de papaya.....	58
Tabla 28-3:	Recopilación de tanteos fisicoquímicos almidón del maíz amarillo (<i>Zea mays</i>)	59
Tabla 29-3:	Aplicación de formulaciones para bioplástico de cáscara de papaya	60
Tabla 30-3:	Aplicación de las formulaciones para bioplástico de maíz cuzco amarillo	60
Tabla 31-3:	Resultados ensayos iniciales para la obtención del bioplástico de cáscara de papaya.....	62
Tabla 32-3:	Espesor de las láminas biodegradables de cáscara de papaya	66
Tabla 33-3:	Espesor de las láminas biodegradables de maíz cuzco amarillo (<i>Zea mays</i>).....	67
Tabla 34-3:	Humedad de las láminas biodegradables de cáscara de papaya	68
Tabla 35-3:	Humedad de las láminas biodegradables de maíz cuzco amarillo (<i>Zea mays</i>)...	69
Tabla 36-3:	Solubilidad de las láminas biodegradables de cáscara de papaya	70
Tabla 37-3:	Solubilidad de las láminas biodegradables de maíz (<i>Zea mays</i>)	71
Tabla 38-3:	Datos ensayo de permeabilidad al vapor de bioplástico de cáscara de papaya ..	72
Tabla 39-3:	Datos ensayo de permeabilidad al vapor bioplástico de maíz cuzco amarillo ...	73
Tabla 40-3:	Resultados ensayo de permeabilidad vapor de bioplásticos de cáscara papaya .	74
Tabla 41-3:	Resultados ensayo de permeabilidad de vapor de bioplásticos cáscara de maíz cuzco amarillo	75
Tabla 42-3:	Resultado ensayo mecánico de las láminas biodegradables cáscara de papaya .	76
Tabla 43-3:	Resultados ensayo mecánico de las láminas biodegradables de maíz cuzco amarillo	77
Tabla 44-3:	Ensayo de biodegradabilidad de biopelículas de cáscara de papaya anaerobio .	79
Tabla 45-3:	Beneficios de biodegradación de biopelículas de papaya anaerobio.....	81
Tabla 46-3:	Resultados ensayo de biodegradabilidad de biopelículas-cáscara de papaya aerobio	81
Tabla 47-3:	Resultados de biodegradación de biopelículas de cáscara papaya aerobio	83
Tabla 48-3:	Resultados biodegradabilidad de biopelículas-cáscara de papaya en tierra agrícola.....	83
Tabla 49-3:	Beneficios de biodegradación en tierra agrícola	85

Tabla 50-3:	Resultados del ensayo de biodegradabilidad biopelículas de maíz anaerobio ...	87
Tabla 51-3:	Resultado de biodegradación de biopelícula de maíz en medio anaerobio	89
Tabla 52-3:	Resultados ensayo de biodegradabilidad de biopelículas de maíz en medio aerobio	89
Tabla 53-3:	Resultado de biodegradación de biopelículas de maíz en medio aerobio	91
Tabla 54-3:	Resultados ensayo biodegradabilidad de biopelículas maíz en tierra agrícola...	92
Tabla 55-3:	Beneficios de biodegradación de biopelículas de maíz en tierra agrícola	94
Tabla 56-3:	Resultados de estimación del tiempo de vida útil de un alimento	95
Tabla 57-3:	Tiempo de vida útil uvilla sin envoltura.....	96
Tabla 58-3:	Tiempo de vida útil uvilla con envoltura.....	97

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-2:	Papaya (<i>Carica papaya maradol roja</i>).....	8
Ilustración 2-2:	Maíz amarillo (<i>Zea mays</i>)	13
Ilustración 3-2:	Diagrama de flujo de extracción de almidón de papaya y maíz.....	29
Ilustración 4-2:	Valores empleados para determinar las formulaciones del bioplástico.....	35
Ilustración 1-3:	Rendimiento de almidón cáscara de papaya (<i>Carica papaya maradol roja</i>)	50
Ilustración 2-3:	Rendimiento del almidón del maíz cuzco amarillo (<i>Zea mays</i>)	50
Ilustración 3-3:	Determinación valor de aplicación de formulaciones para bioplástico de papaya.....	60
Ilustración 4-3:	Valores de aplicación de formulaciones para bioplástico de maíz.....	61
Ilustración 5-3:	Promedio de espesor de los 4 tipos de biopelículas de cáscara de papaya	66
Ilustración 6-3:	Promedio de espesor de los 4 tipos de biopelículas de maíz cuzco amarillo	67
Ilustración 7-3:	Porcentaje de humedad de biopelículas cáscara papaya (<i>Carica papaya</i>)	68
Ilustración 8-3:	Porcentaje de humedad de biopelículas de maíz cuzco amarillo (<i>Zea mays</i>)	69
Ilustración 9-3:	Solubilidad de biopelículas de cáscara de papaya (<i>Carica papaya maradol roja</i>).....	70
Ilustración 10-3:	Porcentaje de solubilidad de las biopelículas de maíz cuzco amarillo	71
Ilustración 11-3:	Permeabilidad al vapor de las biopelículas de cáscara de papaya.....	74
Ilustración 12-3:	Porosidad al vapor de las biopelículas	75
Ilustración 13-3:	Módulo de elasticidad de las biopelículas de cáscara de papaya	76
Ilustración 14-3:	Porcentaje de elongación de las biopelículas de cáscara de papaya.....	77
Ilustración 15-3:	Medida de elasticidad de biopelículas de maíz cuzco amarillo (<i>Zea mays</i>)..	78
Ilustración 16-3:	Porcentaje de elongación de las biopelículas de maíz cuzco amarillo	78
Ilustración 17-3:	Porcentaje de biodegradación de biopelículas-cáscara de papaya anaerobio	80
Ilustración 18-3:	Porcentaje de biodegradación biopelículas de cáscara de papaya aerobio	82
Ilustración 19-3:	Porcentaje biodegradación biopelículas cáscara papaya en tierra agrícola ...	84
Ilustración 20-3:	Biodegradabilidad total de las biopelículas de cáscara de papaya	86
Ilustración 21-3:	Porcentaje de biodegradación de las biopelículas de maíz anaerobio.....	88
Ilustración 22-3:	Porcentaje de biodegradación de biopelículas de maíz en medio aerobio	90
Ilustración 23-3:	Porcentaje de biodegradación de las biopelículas de maíz en tierra agrícola	93
Ilustración 24-3:	Biodegradabilidad total de biopelículas de maíz cuzco amarillo	94

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN DE PAPAYA
- ANEXO B:** OBTENCIÓN DEL ALMIDON DE MAÍZ
- ANEXO C:** ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DEL ALMIDÓN DE MAÍZ
- ANEXO D:** ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DEL ALMIDÓN DE MAÍZ
- ANEXO E:** ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICO DE PAPAYA
- ANEXO F:** ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICO DE MAÍZ
- ANEXO G:** PRUEBAS MECÁNICAS DE TRACCIÓN
- ANEXO H:** ENSAYOS PARA EL BIOPLÁSTICO DE PAPAYA Y MAÍZ
- ANEXO I:** RESULTADOS DE AMILOSA DE MAÍZ Y PAPAYA
- ANEXO J:** RESULTADO MICROBIOLÓGICO DEL ALMIDÓN DE PAPAYA
- ANEXO K:** RESULTADO MICROBIOLÓGICO DEL ALMIDÓN DE MAÍZ
- ANEXO L:** ENSAYO DE TRACCIÓN TP1
- ANEXO M:** ENSAYO DE TRACCIÓN TP2
- ANEXO N:** ENSAYO DE TRACCIÓN TP3
- ANEXO O:** ENSAYO DE TRACCIÓN TP4
- ANEXO P:** ENSAYO DE TRACCIÓN TM1
- ANEXO Q:** ENSAYO DE TRACCIÓN TM2
- ANEXO R:** ENSAYO DE TRACCIÓN TM3
- ANEXO S:** ENSAYO DE TRACCIÓN TM4

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue incrementar una película biodegradable de cáscara papaya (*Carica papaya red maradol roja*) y de maíz (*Zea mays*) para envoltura de alimentos en base al dominio físico, químico y microbiano de las materias primas y luego proceder a la extracción de los almidones de acuerdo a las instrucciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) empleando un diseño experimental 2k (con la velocidad y el tiempo como variables, se adquirieron 4 tratamientos y cada tratamiento se replicó 4 veces), se aplicó 375 mL de agua por muestra para determinar el rendimiento óptimo y luego para esto de acuerdo a la norma INEN 1456. Los estándares fueron analizados cuidadosamente y luego se utilizaron cuatro tratamientos para obtener bioplásticos, tratamientos de procesamiento, cada tratamiento para adquirir diferentes concentraciones de almidón para papaya (3,5 % a 4 %) y plastificantes (2 % a 3 %), para maíz (3 % a 3,5 %) y plastificantes (2 % a 3 %), a concentración, temperatura y tiempo constantes de vinagre y agua, seguido de pruebas sensoriales para la formación de biopelículas en todos los tratamientos realizados, determinaron algunas observaciones de los TP2 y TM2 más notorios, las láminas de plástico biodegradable mediante el contacto se pegan, TP3 tiende a doblarse después de terminar el secado, además de pruebas como humedad, dependiendo de las condiciones TP2, TM2, TP4, TM4 (25,18%; 21,93%; 26,23%; 28,50%), mientras que la solubilidad del TP3 es del 59,304 y TM2 39,92%. Se probaron mecánicamente dos muestras y el beneficio fue TP1 2,06. E+01 MPa, módulo de elasticidad y TM2 1,83. E+01 MPa. Usando medios aeróbicos, las biopelículas se descomponen en aproximadamente 42 días.

Palabras clave: <PAPAYA (*Carica papaya maradol roja*)>, <MAÍZ (*Zea mays*)>, <ALMIDÓN>, <RENDIMIENTO>, <BIOPLÁSTICO>, <BIOPELÍCULA>

0344-DBRA-UPT-2023



ABSTRACT

The objective of this study was to increase a biodegradable film of papaya (*Carica papaya* red maradol red) and corn (*Zea mays*) peel for food wrapping based on the physical, chemical and microbial domain, chemical and microbial domain of the raw materials and then proceed to the extraction of starches according to the instructions of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) using a 2k experimental design (with speed and time as variables, 4 treatments were acquired and each treatment was replicated 4 times), 375 mL of water was applied per sample to determine the optimum yield and then for this according to the INEN 1456 standard. The standards were carefully analyzed and then four treatments were used to obtain bioplastics, processing treatments, each treatment to acquire different concentrations of starch for papaya (3.5 % to 4 %) and plasticizers (2 % to 3 %), for corn (3 % to 3.5 %) and plasticizers (2 % to 3 %), at constant concentration, temperature and time of vinegar and water, followed by sensory tests for the formation of biofilms in all treatments performed, determined some observations of the most notorious TP2 and TM2, biodegradable plastic sheets by contact sticking, TP3 tends to bend after finishing drying, in addition to tests such as humidity, depending on the conditions TP2, TM2, TP4, TM4 (25.18%; 21.93%; 26.23%; 28.50%), while the solubility of TP3 is 59.304 and TM2 39.92%. Two samples were mechanically tested and the benefit was TP1 2.06. E+01 MPa, modulus of elasticity and TM2 1.83. E+01 MPa. Using aerobic media, the biofilms decompose in approximately 42 days.

Keywords: <PAPAYA (*Carica papaya maradol roja*)>, <MAIZE (*Zea mays*)>, <ALMIDON>, <YIELD>, <BIOPLASTIC>, <BIOFILM>.



Dra. Nanci Margarita Inca Chunata

0602926719

INTRODUCCIÓN

El plástico es el responsable de la considerable parte de la abundancia de residuos en la naturaleza, lo que perjudica directamente al medio ambiente y a los ciudadanos. Para ello, distintos países del mundo se han dado suma de la exigencia de reducir significativamente la cantidad de elementos refractarios (primordialmente plásticos sintéticos) y de avivar y defender la investigación desde el plano de encontrar alternativas ambientalmente viables. Los biopolímeros son un dilema ventajoso que tienen atributos disímiles a los plásticos petroquímicos y tienen el adelanto de degradarse rápidamente en el medio ambiente. En consecuencia, la participación de los plásticos biodegradables en el campo internacional aún es bajo. El abatimiento los adelantos de su uso, los bioplásticos son más ecológicos, menos flexibles y más limitados que los plásticos sintéticos (Samaniego, 2020, p.3).

A nivel industrial, los bioplásticos representan actualmente alrededor del 1% de los estimados 320 millones de toneladas de plástico que se adquieren anualmente (Madrid et al., 2020).

En Sudamérica, la realización de bioplásticos la aportan Colombia, Chile, Argentina y Brasil. En particular, Ecuador hasta el momento no ha apuntado notoriamente unas empresas especializadas en la producción de bioplásticos, aunque se han reportado investigaciones encaminadas en obtener bioplásticos a partir de achira, banano y almidón de maíz, entre las especies cosechadas en el país (Acosta, 2018, p.5).

Los investigadores de la Universidad de Otago en Nueva Zelanda están aplicando subproductos de maíz y mariscos para adquirir envases plásticos para alimentos. Es un bioplástico digerible con principios activos fácilmente compostables y destinado a sustituir los plásticos petroquímicos existentes (Nuñez, 2020, p.128).

Cabe señalar que Ecuador es un país con alta movilidad agrícola y por ello tiene un gran interés en el aprovechamiento de los restos agrícolas. De vez en cuando se utiliza como materia prima para la producción de bioplásticos. Entonces esta es una oportunidad de negocio para Ecuador y una oportunidad para desarrollar novedosos materiales amigables con el entorno ambiental. En general, la venta de productos industrializados producidos a partir de algunos cultivos andinos aún no reconocidos, incluidos los tubérculos, en el mercado ecuatoriano es baja. También se aprecia que los granos andinos han recibido especial atención en los últimos años, importancia, el maíz es un producto natural de los Andes y una importante fuente de energía. Una de las propiedades de este grano es que crece bien en latitudes altas, lo que contribuye a su elevado rendimiento. En nuestra región contiene gran cantidad de almidón, el segundo polisacárido más común, ampliamente distribuido en las plantas y almacenado como carbohidratos en semillas,

frutos, tubérculos, raíces y tallos. Es un polímero poli disperso, para la amilosa es un polímero lineal, y para la amilopectina es un polímero altamente ramificado que contiene alrededor de 17-27% de almidón de cadena ramificada lineal, siendo el resto amilopectina (Bernal, 2015, p.4).

Por lo tanto, ciertos almidones de granos y cascaras deben utilizarse en bioplásticos, y no solo son baratos sino también posibles. El proceso de extracción de almidón se realiza a nivel de laboratorio y, por lo general, implica romper las paredes celulares mediante un proceso del licuado para liberar los gránulos de almidón, seguido de la adición de agua, seguido de filtración, todo lo cual separa los gránulos de almidón presentes en gramíneas (Zapata, 2018, p.7).

Después del proceso de extracción del almidón, se mezclan los aditivos, como plastificante (glicerina), conservante (vinagre) para evitar microorganismos en las láminas, y finalmente para evitar que, entre humedad, poner todos los elementos en el molde y mantenerlo a una cierta temperatura. Exponer al horno durante el tiempo que se desprenda la biopelícula seca.

Justificación

La cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*), es desechada todos los días por diversas microempresas productoras de dulce de papaya, los desechos de estas microempresas son apreciados una fuente de contaminación ambiental, por lo que es necesario aprovechar estos desperdicios para la adquisición de nuevos productos, convirtiéndose así en una fuente potencial de uso

.

El almidón es la principal característica del maíz (*Zea mays*), y las cualidades fisicoquímicas y funcionales de este polisacárido están íntimamente relacionadas con su esqueleto. El almidón consta de dos polímeros de glucosa: amilosa y amilopectina. Estas moléculas se disponen en anillos concéntricos que forman estructuras granulares (Acevedo, 2017, p.3). La mayoría de los polímeros sintéticos están hechos de petróleo crudo y sus desechos permanecen en el medio ambiente, causando una contaminación generalizada y dañando la vida silvestre.

Los polímeros compostables son materiales biodegradables que también se biodegradan en el entorno de compostaje y se descomponen a tasas cercanas a los materiales compostables conocidos. Reciclar plásticos comunes es una forma de reducir el daño, pero muchos envases de plástico no se pueden reciclar porque están contaminados con alimentos y tinta y, por lo tanto, requieren una limpieza previa, que es costosa (Jaramillo, 2018, p.1). Actualmente, la contaminación provocada por los plásticos ha aumentado mucho, debido a que son sintéticos y difíciles de

degradar por sus propiedades físicas y químicas, por otro lado, también es visible el aumento de la morbilidad por el uso excesivo de plásticos sintéticos.

En este estudio se seleccionaron cáscaras de papaya (*Carica papaya maradol roja*) y maíz (*Zea mays*) para extraer su almidón y producir bioplásticos que sean competitivos en el mercado y tengan las características bioplásticas requeridas para hacerlo durante el uso final.

OBJETIVOS

Objetivo General

Sintetizar y caracterizar un bioplástico elaborado a partir de cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*) y maíz (*Zea mays*) para envoltura en alimentos.

Objetivos Específicos

Extraer almidón a partir de la cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*) y de maíz (*Zea mays*) para elaborar un bioplástico mediante método húmedo, para envoltura de alimentos.

Caracterizar el almidón de papaya (*Carica papaya maradol roja*) y maíz (*Zea mays*).

Establecer la mejor formulación utilizando el almidón obtenido para la elaboración de un bioplástico biodegradable a nivel de laboratorio.

Determinar el tiempo de vida útil de los alimentos recubiertos con la biopelícula obtenida.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Identificación del problema

El mundo produce 381 millones de toneladas de plástico, lo que equivale aproximadamente a dos tercios de la población mundial. La contaminación plástica está teniendo un impacto negativo en la salud de nuestros océanos y la vida silvestre. Actualmente, los polímeros sintéticos son muy útiles como materiales de embalaje, pero debido a que no son fáciles de reciclar y se degradan muy lentamente, generan una gran cantidad de residuos al medio ambiente. Los países de ingresos altos tienden a generar más desechos plásticos por persona (Loor, 2015, p.2).

Según datos del Ministerio de Medio Ambiente, se estima que cada día se descartan 17.000 toneladas de plástico en Latinoamérica. Ecuador no es una excepción. En la capital de Ecuador se generan diariamente 2227,69 toneladas de residuos sólidos. Según la agencia, de esta cantidad, 277,35 toneladas corresponden a revestimientos y otros tipos de plásticos (Móran, 2017, p.11).

Ya no es suficiente fabricar artículos de plástico de manera eficiente y competitiva ahora se requiere de crearlos y desarrollarlos tomando en cuenta los efectos que tienen en el medio ambiente a lo largo de su ciclo de vida. la tecnología juega un papel muy importante en la creación de estos nuevos artículos que satisfacen las necesidades humanas, tal es el caso de los bioplásticos generados a partir de residuos orgánicos. El ser humano por medio de su ingenio está tratando de diseñar alternativas entre ellas la elaboración de plástico biodegradable para tratar de cuidar el planeta.

¿Por medio de los residuos de la cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*) y maíz (*Zea mays*) se podrá elaborar un plástico biodegradable?

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Antecedentes de la investigación

El consumo de recursos renovables y la degradación biológica de los resultados se consideran nuevas oportunidades para minimizar el impacto ambiental del englobe de materiales sintéticos. Los criterios de diseño ecológicos incluyen polímeros biodegradables para laminas y envases. Estos polímeros salen de materiales orgánicos, por lo que representan el concepto de plásticos biodegradables o bioplásticos, que es un inicio renovable que los microorganismos pueden descomponer en bajo tiempo. La reseña de estos materiales ha creado la necesidad de evaluar los procesos de biodegradación. Este factor, impulsado por el aumento del consumo de bioplásticos, delimita el desarrollo de investigaciones y el desarrollo de criterios y criterios de ensayo para la evaluación de la biodegradabilidad (Loja, 2016, p.98).

Los sintéticos polímeros se realizaron hace unos 60 años y de ahí entonces se han logrado muchos avances en su uso. Una de sus características es su durabilidad, lo cual es una desventaja porque permanece en el ambiente medio por largo tiempo, ocupa espacio en los vertederos y emite gases durante la combustión. Por ello, se han gestionado altos esfuerzos para adquirir polímeros biodegradables que cambien a los polímeros tradicionales en aplicaciones como empaques de alimentos y pacas de basura (Herminez, 2017, p.16). El almidón utilizado en este estudio se obtuvo de la cáscara de papaya (*Carica papaya red maradol roja*) y maíz (*Zea mays*), ya que es un recurso natural reutilizable, abundante y barato en el Ecuador.

Una biopelícula es un reemplazo, mejora del producto, lo que evita la pérdida de humedad, el aroma y la migración de lípidos, y puede adecuar el intercambio de gases imponentes como el oxígeno, el carbono y el etileno. Estas biopelículas juegan un papel en el proceso de respiración. Además de los adelantos de la biodegradabilidad, estas biopelículas también tienen una fácil disponibilidad de materias primas, bajos costos de producción y, lo más importante, una producción segura. Las biopelículas se pueden utilizar como medio de transporte de sustancias bioactivas como los prebióticos en el intestino, que hacen que las bacterias beneficiosas sean más nutritivas que dañinas.

La inulina es un ejemplo de un compuesto prebiótico, un oligosacárido compuesto inicialmente de unidades de fructosa. Se han hecho varios estudios, como los mencionados, sobre la producción de biofilm a partir de almidón, adecuadamente de papaya, y aunque hay poca investigación, se

dice que contiene una cantidad mínima de almidón. A correspondencia (Carrión, 2019, p.7), cabe decir que “el almidón es considerado como un material alternativo en algunas aplicaciones de termoplásticos debido a su biodegradabilidad, disponibilidad y bajo costo”.

De esta forma se obtienen productos aprovechables, biodegradables, que tras su extracción y aplicación a partir de recursos reutilizables no dañan al medio ambiente. Teniendo en cuenta que el tema de interés es la aplicación de bioplásticos a partir de almidón de cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*) y maíz (*Zea mays*), el estudio de antecedentes se centrará únicamente en los biopolímeros que pueden convertirse en bioplásticos en el sentido de que los siguientes estudios fueron realizados:

Tabla 1-2: Antecedentes de Investigación

TÍTULO Y AUTOR	RESUMEN
<p>a) Título: Caracterización de bioplástico de almidón elaborado por el método de casting reforzado con albedo de maracuyá (<i>Passiflora edulis spp.</i>) Autores: Juan Alcides Chariguamán Chanatasig Fecha de publicación: Noviembre, 2015 Lugar de publicación: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras</p>	<p>Los bioplásticos son polímeros de alto peso molecular de origen natural proveniente de fuentes renovables como los hidrocoloides con carácter biodegradable. Son considerados una solución para disminuir la contaminación al medio ambiente por plásticos derivados de petróleo; pero sólo el uso de almidones no brinda las características físicas que las industrias demandan. Esto ha impulsado a la búsqueda de compósitos a base de fibra para mejorar las propiedades del bioplástico. Esta investigación se plasmó con el fin de elaborar un bioplástico reforzado con fibra de maracuyá, aplicando el método de casting y evaluar su efecto en las propiedades físicas y su tiempo de degradación. Se utilizó la metodología superficie respuesta definiendo como variables independientes la concentración de harina de albedo de maracuyá, glicerol y proporción de almidones de maíz con respecto al de yuca. Las variables dependientes o respuesta evaluadas fueron: espesura, propiedades de barrera, propiedades ópticas y propiedades mecánicas. Para las unidades experimentales se establecieron: ocho puntos factoriales, seis puntos axiales y seis repeticiones del punto central. La adición de harina de maracuyá presentó un efecto positivo en las propiedades ópticas, propiedades mecánicas y afecto a las propiedades de barrera. Se obtuvieron siete regresiones matemáticas con carácter predictivo y dos de carácter tendencioso. Con una combinación de 2.83% de harina de maracuyá, 49.5% de glicerol y una relación de 50:50 de almidón de maíz/yuca se logra optimizar las</p>

	variables físicas del bioplásticos (Chariguaman, 2015, p.7).
<p>b) Título: Optimización de las propiedades mecánicas de bioplásticos sintetizados a partir de almidón de maíz. Autor: Juan Sebastián Holguin cardona Fecha de publicación: 21 de diciembre de 2019 Lugar: Bogotá, Universidad de América</p>	<p>En la presenta investigación se elaboró un biopolímero a partir de almidón de maíz. El almidón de maíz se mezcló con agua, modificadores químicos como el hidróxido de sodio (NaOH) y ácido clorhídrico (HCl) y glicerina que actúa como plastificante. Se utilizó un diseño de experimentos con quince variables donde se manipularon la cantidad de glicerina y el valor de pH, realizándose cinco repeticiones de cada experimento. Posteriormente, se estudió la influencia de estas variables sobre las propiedades mecánicas de los biopolímeros elaborados. Se analizaron las siguientes propiedades mecánicas: módulo de elasticidad [MPa], esfuerzo último [MPa] y elongación [%]. Finalmente, se realizó una comparación entre las propiedades mecánicas de los bioplásticos y las propiedades mecánicas de tres diferentes plásticos derivados de petróleo. Se observó que las propiedades mecánicas, el módulo de elasticidad, esfuerzo último de los biopolímeros varían de acuerdo a la cantidad de glicerina y variación de pH, por otro parte, la elongación aumenta proporcionalmente con el aumento de glicerina, siendo la única propiedad mecánica que mostró una tendencia clara. Los biopolímeros elaborados poseen propiedades mecánicas con valores menores a los plásticos derivados de petróleo, sin embargo, el bioplástico con cantidad de glicerina de 35% y pH 5 y glicerina 35% y pH 7 tiene una elongación [%] comparable a la de un plástico derivado de petróleo (Holguin, 2019, p.19).</p>
<p>c) Título: Producción y Comercialización de Plástico Biodegradable a partir de la Cáscara De Banano en la ciudad de Guayaquil. Autores: Asqui Calahorrano María Belén Fecha de publicación: 2015. Lugar de publicación: Trabajo de grado para la obtención del título de ingeniera química- Guayaquil.</p>	<p>El presente proyecto pretende realizar un estudio sobre la factibilidad de Producción y comercialización de plástico biodegradable a partir de la cáscara de banano en la ciudad de Guayaquil, para poder realizarlo se contactó un proveedor en la ciudad de Los Ríos quien cuenta con el abastecimiento necesario de materia prima para poder realizar la producción de este producto. Una de las razones primordiales que acreditan la creación de este proyecto es que tiene como objetivo primordial disminuir los niveles de contaminación, ayudando a conservar el medio ambiente, ya que los plásticos a base de petróleo no se deterioran con facilidad. Cabe recalcar que este proyecto creará nuevas fuentes de trabajo para personas que viven en las aéreas suburbanas de la ciudad de Guayaquil, por lo tanto, impulsará el desarrollo del país (Asqui, 2015, p.16).</p>

Fuente: Asqui, 2015; Chariguaman, 2015; Holguin, 2019.

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

2.2. Frutas

2.2.1. Papaya (*Carica papaya maradol roja*)



Ilustración 1-2: Papaya (*Carica papaya maradol roja*)

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

2.2.1.1. Origen

América Central (Sur de México). Actualmente se cultiva en Florida, Hawái, África Oriental Británica, Sudáfrica, Ceilán, India, Islas Canarias, Archipiélago Malayo y Australia.

Orden terminal: Incluye hierbas y plantas leñosas, con flores pentagonales y doble perianto, con un número indefinido de tres estambres carpelos abiertos, que se combinan con la placenta terminal para producir frutos unifamiliares.

Todos los órganos de las plantas secretan látex. Hay algunas especies tropicales conocidas de esta familia, casi todas las especies americanas; el género de la papaya incluye cinco especies, la más importante de las cuales es la papaya o papaya (Jiménez, 2018, p.19).

2.2.1.2. Morfología

La papaya es un árbol de porte mediano, que puede alcanzar los 2,30 m de altura. Se pueden agrupar los cultivares en función de su altura en: bajos (hasta 1,50 m), intermedios (1,50-2,50 m) y altos (más de 2,30 m) (Jiménez, 2018, p.21).

2.2.1.3. Planta

Hierba parecida a un árbol, de vida corta, de rápido crecimiento, con tallos simples o en ocasiones ramificados, de 2 a 10 m de altura, rectos, cilíndricos, suaves, esponjosos y fibrosos, con troncos sueltos, jugosos, huecos, grises o marrón grisáceos. Mide 30 cm de diámetro y está endurecido por grandes y notorias cicatrices provocadas por la caída de las hojas y la inflorescencia (Jiménez, 2018, p.22).

2.2.1.4. Suelos

El contenido de materia orgánica es alto, profundo y suelto; su capa densa no debe exceder el metro y el nivel del agua subterránea no excede este límite: su suelo arenoso arcilloso funciona bien, drena bien y al mismo tiempo retiene el agua. El valor de pH adecuado está entre 6 y 7 (Jiménez, 2018, p.22).

2.2.1.5. Hojas

Alternativas, agrupadas en las copas de los troncos y ramas de los árboles, con pecíolos largos; ampliamente patentado, de 25 a 75 cm de diámetro, liso, entretelado más o menos profundamente en una red, con nervaduras centrales radiales fuertes; base profunda en forma de corazón con lóbulos superpuestos; hay 7-11 lóbulos grandes, cada lóbulo es ancho o ligeramente contraído y afilado en la base, y el ápice es afilado e irregular.

La superficie superior de la hoja es de color verde oscuro o amarillo verdoso, brillante, con venas obvias de color blanco amarillento hundidas y venas reticulares; la parte inferior es de color verde amarillento pálido, opaco y hay venas obvias. El pecíolo es redondo de color amarillo verdoso, violeta claro o violeta, similar a una fístula, frágil, de 25 a 100 cm de largo, de 0,5 a 1,5 cm de grosor (Jiménez, 2018, p.23).

2.2.1.6. Flores

Las flores de papaya son blancas, nacen en tallos, se insertan cerca de las axilas de las hojas y tienen 5 pétalos y 5 sépalos. La polinización de flores femeninas y flores hermafroditas se produce por el viento y, por lo general, por insectos. La papaya produce 3 tipos de flores: flores femeninas o flores femeninas, flores masculinas o flores masculinas y flores hermafroditas (Jiménez, 2018, p.23).

- **Flor femenina o pistilada**

Miden entre 5 y 6,5 cm de longitud y están aisladas o agrupadas con 5 a 6 flores, asociadas a pedúnculo corto y sin estambres. Su ovario está agrandado, ovoide, y el estigma está separado, de su fruto es redondo u ovalado, en la base, muestran una cicatriz pentagonal (Jiménez, 2018, p.24).

- **Flor masculina o estampada**

Son los que se desarrollan en grupos largos de panículas colgantes. La corola consta de 5 pétalos que se unen a las tres cuartas partes de su longitud para formar un tubo delgado con un ovario en su base. Tienen 10 estambres. A veces, dependiendo de factores ambientales, estas flores se convertirán en flores hermafroditas y producirán frutos no comerciales (Jiménez, 2018, p.24).

- **Flor hermafrodita**

Tienen órganos masculinos y femeninos y crecen en grupos pequeños (Jiménez, 2018 pág. 24).

2.2.1.7. Fruto

La baya es ovalada, oblonga, casi cilíndrica, grande, carnosa, jugosa, acanalada longitudinalmente en la parte superior, de color amarillo verdoso, amarillo o amarillo anaranjado cuando está madura, unicelular, anaranjada o rojiza, con muchas semillas murales en su interior, 10 - La longitud es de 25 cm o más y el diámetro es de 7 - 15 cm o más. Las semillas son negras, redondas u ovoides y están encerradas en arilos ácidos transparentes. Cotiledones ovoides, planos, blancos (Jiménez, 2018, p.28).

2.2.1.8. Distribución y variedades de papaya que se cultivan en el país

Las principales zonas productoras de papaya en Ecuador se encuentran en las siguientes áreas:

- Manabí (Portoviejo y Chone).
- Guayas (Yaguachi, Naranjito y Milagro).
- Santa Elena (San Rafael, Chanduy, Río Verde).
- Santo Domingo (Vía Quevedo).
- Los Ríos (Vía a Quevedo).
- El Oro (Huaquillas).
- Esmeraldas (Quinindé y San Lorenzo)

El cultivo de papaya en Ecuador se ha desarrollado rápidamente, especialmente en la zona de Santo Domingo. Se ha convertido en la zona de mayor relevancia a través de Quevedo, Guayas y Santa Elena. Una de las razones de la expansión del cultivo es la alta calidad de sus frutos. Consumo y exportación las oportunidades están abiertas para él. Las principales localidades para la siembra de papaya en la provincia de Santa Elena son la comuna de San Rafael (Santa María, Santa Ana Anacardo), Saia, El Azuca, Velinta, Chanduy, Río Verde.

Según las estadísticas de producción de 2005, la provincia de Manabí tiene la mayor superficie de siembra del país, con 958 hectáreas, seguida de Pichincha con 610 hectáreas y Los Ríos con 563 hectáreas. En términos de producción, Manabí mantuvo el primer puesto con 12.459Tm y Pichincha con 9.128Tm. Y Los Ríos 6.608 Tm. En términos de producción, la producción de Pichincha es de 14,96 Tm / Ha, la más alta de Ecuador, seguida de las 14,33 Tm / Ha de Carchi y las 14,17 Tm / Ha de Cañar.

Hay pocas variedades de papaya, porque si no se tiene cuidado de mantener lotes de producción de semilla pura, ciertas variedades producidas por selección y control de polinización pueden desaparecer después de algunas generaciones, dando como resultado una serie de variedades. El país produce tres tipos de papaya: papaya híbrida, papaya hawaiana y una llamada papaya *maradol roja*. Todos tienen propiedades diferentes, pero el propósito es el mismo (Jiménez, 2018, p.82).

2.2.1.9. Temperatura

Este es el factor climático limitante, que permite que este árbol frutal se desarrolle. El rango de temperatura es de 22 ° a 30 ° C, pero el mejor rango de temperatura es de 23 ° a 26 ° C. La temperatura baja inhibirá su crecimiento y la temperatura alta, lo que dará como resultado el desprendimiento de flores y un bajo rendimiento. La colza y la sequía, especialmente la sequía durante el período de floración, provocaron su declive y la planta dejó de crecer (Jiménez, 2018, p.48).

2.2.1.10. Humedad

El agua es la principal fuente de plantas. Aproximadamente el 85% está compuesto por agua. La papaya necesita mucha agua para crecer y desarrollarse durante el proceso de germinación, en el vivero y en los primeros meses después de la siembra, por lo que se riega semanalmente en esta etapa. En la estación seca y con lluvias insuficientes, se debe utilizar el riego para mantener las plantas creciendo bien (Jiménez, 2018, p.48).

2.2.1.11. Luz

La papaya tiene una buena fotosíntesis, por lo que necesita mucha luz. Es imposible desarrollar plantaciones con limitación de luz, porque las plantas crecerán y se pondrán amarillas, y aparecerán síntomas de desnutrición, lo que resultará en un desarrollo insuficiente de la planta (Angulo, 2015).

2.2.1.12. Taxonomía

Tabla 2-2: Taxonomía de la papaya

No.	Reino	Plantae
1	División	Magnoliophyta
2	Clase	Magnoliopsida
3	Orden	Brassicales
4	Familia	Caricaceae
5	Genero	Carica
6	Especie	Carica papaya L.

Fuente: Jiménez, 2018.

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

2.2.1.13. Propiedades Fisicoquímicas

Tabla 3-2: Valor nutricional de la papaya

Nutrientes	Unidad	Valor por 100g de porción comestible
Agua	g	88,830
Energía	Kcal	39
Proteínas	g	0,610
Grasa Total	g	0,14
Cenizas	g	0.61
Carbohidratos	g	9,81
Fibra dietética	g	1,800
Azucares	g	5,900
Calcio	mg	24
Hierro	mg	0,100
Magnesio	mg	10
Fósforo	mg	5
Potasio	mg	257

Sodio	mg	3
Zinc	mg	0,070
Vitamina C	Mg	61,800
Ácido Pantoténico	Mg	0,218
Folato	mcg	38
Vitamina A	UI	1094
Betacaroteno	mcg	276
Ciptoxantina, beta	mcg	761

Fuente: Jiménez, 2018.

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

2.2.2. *Maíz (Zea mays)*



Ilustración 2-2: Maíz amarillo (*Zea mays*)

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

2.2.2.1. *Origen*

El inicio del maíz ha sido de mucho tiempo un tema de debate. Muchos estudios han dicho que esta hierba se dio en México hace unos 7.000 años como resultado de un cambio de la hierba silvestre teosinte. Dicen los antiguos mexicanos estaban muy interesados en la propagación de esta planta y, al seleccionarlal, crearon algunas variedades mutantes. Se cree que el cultivo del maíz se desarrolló en Ecuador hace 6.500 años, ya que los estudios de fitolitos en muestras de suelo indican que la cultura "Las Vegas" comenzó a florecer en la provincia de Santa Elena. Comienza la producción plantando este tipo de gramínea (Valverde, 2018, p.13).

2.2.2.2. Estructura

Establece el maíz se puede clasificar en algunos tipos (razas o grupos) según la calidad, la cantidad y los patrones de composición del endospermo. Ellos son: petrificados, cristalinos, almidonados, dulces y palomitas como se describe a continuación (Valverde, 2018, p.15).

- *Zea mays indentada*

También conocido como maíz dentado, contiene cantidades variables de endospermo cornificado (duro) y polvoriento (blando). La parte córnea se encuentra a los lados y en la parte posterior del grano, mientras que la parte pulverulenta se encuentra en la parte media y superior del grano. Se caracteriza por muescas o "dientes" en la corona de la harina de maíz causadas por la contracción del endospermo seco y en polvo. Se utiliza principalmente en la alimentación y las hojas se utilizan para la alimentación animal (Valverde, 2018, p.31).

- *Zea mays indurada*

Se llama maíz duro porque tiene una gruesa capa de endospermo cristalino que cubre un pequeño centro pulverulento. Además, las partículas son lisas, redondas y cristalinas (Valverde, 2018, p.31).

- *Zea mays amiláceo*

Conocido como maíz harinoso, se caracteriza por un endospermo harinoso no cristalino. Es común en los Andes de América del Sur (Valverde, 2018, p.32).

- *Zea mays saccharata*

Conocido como maíz dulce, este tipo de maíz tiene su conversión de azúcar en almidón retrasada durante el desarrollo del endospermo. También tiene las propiedades de crecimiento temprana, mazorcas pequeñas y alto contenido de azúcar en grano (Valverde, 2018, p.32).

- *Zea mays everta*

Conocido como palomitas de maíz, se considera una de las variables más antiguas y una forma extrema de maíz cristalino. Además, se ve por tener un endospermo cristalino muy duro y tener muy poco endospermo pulverulento. Sus granos son circulares (como perlas) o puntudos (como arroz). Se aplica principalmente para consumo humano en forma de rosas (palomitas de maíz) (Valverde, 2018, p.33).

- *Zea mays tunicata*

Se le llama maíz rebozado, y su propiedad es que cada grano va encapsulado en vainas o cobertores. Como diferentes tipos de maíz, las mazorcas están "cubiertas". Se utiliza como fuente de germoplasma en programas de fitomejoramiento (Valverde, 2018, p.33).

2.2.2.3. Comercio

La clasificación del maíz por colores es una formalidad comercial y las propiedades de los disímiles tipos se presentan en la tabla 4-2.

Tabla 4-2: Englobe comercial del maíz basado en el color

COLOR	CARACTERÍSTICAS
Maíz blanco	Su valor de maíz amarillo es menor o igual al 5%. Ligeramente cremoso, pajizo o rosado no afectará a esta categoría.
Maíz amarillo	Los granos amarillos o granos con terrones rojos tienen un valor menor o igual al 6% de maíz de otro color.
Maíz mezclado	Los granos amarillos o granos con terrones rojos tienen un valor menor o igual al 6% de maíz de otro color.
Maíz negro	Su valor es menor o igual al 5% del maíz blanco o maíz amarillo. Mejor que el 10% de maíz oscuro.

Fuente: Valverde, 2018.

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

2.2.2.4. Morfología del maíz

- **Raíces**

Están fascinados y su trabajo es proporcionar el anclaje perfecto para la planta. En algunos casos emergen nódulos radiculares del suelo, generalmente raíces secundarias o adventicias (Valverde, 2018, p.61).

- **Tallo**

Estructura simple, forma de palo vertical, interior fuerte, cuerpo largo, hasta 4 metros de altura, fuerte y duradero, sin ramas (Valverde, 2018, p.62).

- **Hojas**

Estructura simple, forma de palo vertical, interior fuerte, cuerpo largo, hasta 4 metros de altura, fuerte y duradero, sin ramas (Valverde, 2018, p.63).

- **Inflorescencia**

Es una planta monoica porque hay diferentes inflorescencias masculinas y femeninas en la misma planta. La inflorescencia masculina es una inflorescencia amarilla (a menudo llamada espiga o espiga) con alrededor de 20 a 25 millones de granos de polen. Además, cada flor productora de polen contiene tres estambres que se convierten en polen. Por otro lado, la inflorescencia femenina después de la fecundación de los granos de polen se denomina mazorca, y las semillas (grano de maíz) se disponen a lo largo del eje. La panícula está cubierta de hojas verdes que terminan en hojas pinnadas de color amarillo oscuro modelo (Valverde, 2018, p.65).

- **Grano**

La capa de la gramínea de la semilla (fruto) se llama pericarpio, es dura, debajo está la capa de aleurona que le da el color al grano (blanco, amarillo, morado), contiene proteínas y el endospermo interno constituye el 85-90% del grano procedente del embrión consiste en una radícula y la composición de la ovulación (Valverde, 2018, p.67).

2.2.2.5. Taxonomía del maíz

Tabla 5-2: Taxonomía del maíz amarillo (*Zea mays*)

No.	Reino	Plantae
1	División	Magnoliophyta
2	Clase	Liliopsida
3	Subclase	Commelinidae
4	Orden	Poales
5	Familia	Poaceae
6	Genero	Zea
7	Especie	Zea mays

Fuente: Valverde, 2018.

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

2.2.2.6. Valor nutricional del maíz

Tabla 6-2: Valor nutricional del maíz amarillo (*Zea mays*)

Nutriente	Unidad	Valor cada 100 g. de parte comestible
Agua	g	76
Calorías	kcal	86
Proteínas	g	3,300
Lípidos totales	g	1,300
Carbohidratos	g	19
Fibra	g	2,000
Calcio	mg	2,000
Hierro	mg	0,500
Magnesio	mg	37
Fósforo	mg	89
Potasio	mg	270
Sodio	mg	15
Vitamina C	mg	6,800
Vitamina B6	mg	0,100
Vitamina A	U.I.	187
Folato	microgramos	42

Fuente: Valverde, 2018.

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

2.2.3. Polímeros

2.2.3.1. Polímero biodegradable

Polímeros biodegradables se exponen a materiales que pueden ser descompuestos por microorganismos en dióxido de carbono, metano, agua, componentes inorgánicos o biomasa. Los polímeros compostables son elementos biodegradables que también se biodegradan en el entorno de compostaje y se descomponen a tasas cercanas a los elementos compostables conocidos (Viteri, 2018, p.5).

2.2.4. Gelatinización

El almidón de maíz se gelatiniza a una hipertermia relativamente baja (62-73°C) y rápidamente alcanza su punto alto, lo que significa que el almidón es fácil de cocinar y requiere diminuta energía en el boceto de cocción. Además, tiene diminuta tendencia a girar y produce geles con mayor claridad y estabilidad en comparación con los almidones nativos (Sánchez, 2017, p.49).

2.2.5. *Plastificantes*

Plastificante es un material que se puede meter a los plásticos para hacerlos más fáciles de procesar y aumentar su flexibilidad o cumplimiento. El aumento de plastificantes puede reducir la viscosidad, el módulo de elasticidad y la temperatura de transición vítrea del plástico fundido. Hipertermia de transición vítrea (Tg). Esta es la hipertermia a la que el polímero cambia de un estado rígido a un estado blando. Por encima de esta temperatura, la movilidad de las moléculas aumenta y la viscosidad disminuye (Betancur, 2018, p.28).

2.2.6. *Glicerina*

Sustancia viscosa incolora de dulce sabor y olor único, constituida únicamente por un alcohol con tres grupos hidroxilo (OH) y fórmula molecular C₃H₈O₃. La mezcla no es tóxica, se disuelve fácilmente en agua y se puede hervir. Al igual que el agua destilada, el glicerol se considera un emoliente que proporciona suavidad e higrometría al almidón. Esta mezcla es muy importante para la retrogradación de productos termoplásticos, y como lubricante también aporta la fluidez necesaria a la cadena polimérica, que es similar al almidón (Guamán, 2019, p.36).

2.2.7. *Ácido acético*

El ácido acético es esencialmente una solución diluida de ácido acético producido por fermentación con sales y extractos de otros materiales añadidos. Estas sustancias adicionales, cuya naturaleza y cantidad exactas dependen en gran medida de los ingredientes utilizados, confieren al producto sus propiedades únicas. El vinagre tiene una amplia gama de aplicaciones, se puede utilizar como ingrediente alimentario general como saborizante o condimento, ablandador de carne, conservante natural de alimentos, medicina y artículos útiles de la industria alimentaria para la limpieza de casas y equipos. En pocas palabras, el vinagre se puede usar en cualquier entorno que necesite un acidificante natural. El vinagre se usa ampliamente en la industria alimentaria debido a su capacidad para reducir el pH de los alimentos y evitar el crecimiento bacteriano. Su sabor también ayuda a potenciar el sabor del kimchi (Guamán, 2019, p.36).

2.2.8. *Agua destilada*

Es agua obtenida a través de un proceso de destilación fina para eliminar las impurezas procesadas. La destilación produce agua que no contiene cloruro, calcio, flúor y magnesio. Su fórmula química es H₂O. Este tipo de agua se usa como plastificante para lograr la degradación

estructural del almidón durante la composición, lo que da como resultado un almidón termoplástico que se puede usar para obtener propiedades mecánicas y propiedades de barrera óptimas. El agua no solo es barata, también es el mejor suavizante (Guamán, 2019, p.35).

2.2.9. Embalajes basados en almidón

Las hojuelas, los materiales de embalaje y las bolsas para residuos alimentarios tienen un gran potencial en el mercado de los bioplásticos, ya que los plásticos convencionales generan contaminación en el proceso de compostaje. Los bioplásticos a base de almidón tienen buena flexibilidad y se pueden utilizar para fabricar bolsas y redes para el envasado de frutas y verduras. La alta permeabilidad al aire de la película híbrida de almidón ayuda a que las frutas y verduras se (Carrión, 2019, p.5).

2.2.10. Biodegradación

En presencia de suficiente oxígeno y otros nutrientes elementales, los contaminantes orgánicos se biodegradan y eventualmente se convierten en dióxido de carbono (CO₂), agua (H₂O) y nueva biomasa celular. En la Bioestimulación se suele inyectar agua junto con nutrientes y oxígeno disuelto, lo que facilita el proceso. En algunos casos, para microorganismos específicos (aguas residuales de *Streptococcus*), se puede agregar peróxido de hidrógeno disuelto, que producirá oxígeno como aceptor final de electrones. Cabe señalar que los nuevos materiales bioplásticos desarrollados por la industria de productos desechables, como los recubrimientos a base de almidón, pueden incinerarse porque pueden incinerarse porque el dióxido de carbono producido por la incineración es equivalente al dióxido de carbono absorbido anteriormente. puede biodegradarse, descomponerse y no tiene ecotoxicidad en absoluto (Carrión, 2019, p.12).

2.3. Planteamiento de las hipótesis

2.3.1. Hipótesis General

- El almidón obtenido a partir de papaya y maíz será el adecuado para formar una biopelícula.

2.3.2. Hipótesis Específicas

- La obtención de almidón natural de papaya y maíz, según el método de extracción por vía húmeda puede variar el porcentaje de rendimiento de los mismos.

- Los almidones obtenidos presentan propiedades factibles dentro de los parámetros establecidos para su posterior uso y alternativa para envoltura en alimentos.
- El porcentaje de amilopectina de los almidones de papaya y maíz jugara un papel importante en la formulación de la biopelícula.
- La biopelícula obtenida conservara las propiedades organolépticas de un alimento.

2.4. Identificación de variables

Tabla 7-2: Variables dependientes e independientes

VARIABLES INDEPENDIENTES		VARIABLES DEPENDIENTES	
✓	Revoluciones por minuto	✓	Almidón
✓	Tiempo		
✓	Porcentaje de almidón de la cáscara de la papaya (<i>Carica maradol roja</i>).		
✓	Porcentaje de almidón de maíz (<i>Zea mays cuzco amarillo</i>).	✓	Formulación de la biopelícula
✓	Porcentaje de plastificante (Glicerina).		

Fuente: Pinto, 2016.

Realizado por: Domínguez Manzano, Hamilton, 2023.

2.5. Operacionalización de variables

Tabla 8-2: Cuadro Operacionalización de las variables en la obtención y caracterización del almidón y en la formulación del bioplástico

Variable	Tipo de Variable	Definición Operacional	Categorización	Indicadores	Instrumentos de medición
Revoluciones por minuto	Independiente	Las RPM se conocen como unidad de frecuencia, son las rotaciones por minuto.	Trituración de la cáscara de la papaya y maíz (<i>cuzco amarillo</i>)	Velocidad Alta (3) Velocidad Baja (1)	Licuada
Tiempo de trituración	Independiente	Es una magnitud física mediante la cual se mide la duración de acontecimientos, ordenando secuencias.	Tiempo de licuado para obtener el almidón	45 segundos 60 segundos	Cronómetro Calendario
Caracterización de los almidones	Dependiente	El almidón se conoce como una macromolécula que en su estructura cuenta con los polímeros conocidos como amilosa y amilopectina, es dirigible y es la mayor reserva dentro de un vegetal.	Pruebas de laboratorio	Porcentaje de amilosa	Análisis proximal
Porcentaje de almidones de papaya y maíz	Independiente	Se conoce como concentración la relación entre la cantidad de soluto y la cantidad de disolución.	Almidones obtenidos de la caracterización	Gramos	Balanza y espátula
Porcentaje de glicerina	Independiente	Contiene tres grupos hidroxilo en su estructura /composición, es un alcohol con gran degradación digestiva.	Plastificante, elasticidad	% de amilosa del almidón	Probeta
Formulación de la biopelícula	Dependiente	Son denominaciones de esa manera debido a que son derivados de productos vegetales, son a base de almidones que mantienen un tiempo de degradación mucho menor a los plásticos comúnmente utilizados	Por ciento de formulación	Degradación y compostaje	Pruebas mecánicas-físicas

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

2.6. Matriz de consistencia

Tabla 9-2: Matriz de consistencia

A continuación

ASPECTOS GENERALES				
Problema General	Objetivo General		Hipótesis General	
Debido al aumento de la contaminación por residuos plásticos, se ha visto la necesidad de elaborar bioplásticos teniendo en cuenta sus puntos fuertes que son a partir de productos renovables y son biodegradables.	Sintetizar y caracterizar un bioplástico elaborado a partir de cáscara de papaya (<i>Carica papaya maradol roja</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) para envoltura en alimentos.		El almidón natural de papaya y maíz podrá sustituir a otros almidones existentes, como materia prima en formulación adecuada con plastificantes, para envolturas biodegradables.	
ASPECTOS ESPECÍFICOS				
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variables de las Hipótesis Específicas	Técnicas de recolección de datos
Materia prima de papaya y maíz que se encuentre en buen estado.	✓ Extraer almidón a partir de la cáscara de papaya (<i>Carica papaya maradol roja</i>) y de maíz (<i>Zea mays</i>) para elaborar un bioplástico mediante método húmedo, para envoltura de alimentos.	H1: La obtención de almidón natural de papaya y maíz, según el método de extracción por vía húmeda puede variar el porcentaje de rendimiento de los mismos. H2: Los almidones obtenidos presentan propiedades factibles dentro de los parámetros establecidos para su posterior uso y alternativa para envoltura en alimentos. H3: El porcentaje de amilopectina de los almidones de papaya y maíz jugara un papel importante en la formulación de la biopelícula. H4: La biopelícula obtenida conservara las propiedades organolépticas de un alimento.	✓ Porcentaje de rendimiento ✓ Concentración de almidón y plastificantes ✓ Concentración de glicerina ✓ Concentración de agua destilada	Revisión Bibliográfica
Las pruebas de caracterización de almidón de papaya y maíz se las debe realizar ya que los almidones serán la materia prima para obtener una película para alimentos	✓ Caracterizar el almidón de papaya (<i>Carica papaya maradol roja</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>).			
Se desconoce las composiciones almidón-plastificantes de las muestras a obtener	✓ Establecer la mejor formulación utilizando el almidón obtenido para la elaboración de un bioplástico biodegradable a nivel de laboratorio.			
No se ha determinado un control de tiempo de vida útil de alimentos recubiertos con la biopelícula a obtener.	✓ Determinar el tiempo de vida útil de los alimentos recubiertos con la mejor biopelícula obtenida.			

Realizado por: Domínguez Manzano, Hamilton, 2023.

2.7. Tipo y Diseño de Investigación

2.7.1. Tipo de Estudio

El presente estudio es exploratorio considerando la elección de la cáscara de papaya (*Carica maradol roja*), y el grano de maíz cusqueño amarillo (*Zea mays*) ya que el tamaño es importante en la elección del proceso de molienda y al momento del tamizado, para determinar el tamaño de partícula adecuado, el almidón se analiza mediante ensayos: solubilidad, degradación, espesor y ensayos de tracción.

2.7.1.1. Según el método de estudio

Este estudio es cuantitativo, ya que se aplican análisis de almidón, formulaciones de bioplásticos y exámenes de degradación que se usara en alimentos, realizando datos específicos para calificar la materia prima y elaborar la cantidad óptima para alcanzar los objetivos del estudio de producción de biopelículas.

2.7.1.2. Según el objetivo de estudio

Se utiliza este estudio porque todo el entendimiento adquirido en el proceso de aprendizaje se utiliza para encontrar respuestas a las incógnitas planteadas.

2.7.1.3. Según el nivel de profundización en el objeto de estudio

Este estudio es un explicativo ya que se especificaron las variables utilizadas y los requisitos en las que se obtendrá el almidón y la composición utilizada para originar las láminas biodegradables.

2.7.1.4. Según la manipulación de variables

Realizamos un estudio experimental debido a que la existencia de variables dependientes e independientes que difieren en crear el bioplástico para cumplir con las expectativas del estudio, en este caso las variables independientes de concentrado de glicerol y concentrado de almidón brindarían sus respectivas variables dependientes. Esta es la fórmula de los bioplásticos.

2.7.1.5. Según el tipo de inferencia

Esto se identifica como una inferencia hipotética porque al analizar el estudio, se finaliza una conclusión sobre si se rechaza la hipótesis o se acepta la hipótesis.

2.7.1.6. Según el periodo temporal

Se realizan estudios longitudinales mediante el rastreo del tratamiento de biodegradación de las láminas, además, se visualizará la vida útil de los productos alimenticios con envoltorios biodegradables durante un determinado periodo de tiempo para determinar el desarrollo de propiedades y variables visualizables.

2.7.1.7. Según los medios para obtener los datos

Un estudio a nivel de laboratorio, ya que el detallar las propiedades y análisis de cada formulación de bioplásticos es un desarrollo controlado donde el acierto volumétrico y gravimétrico es primordial, también se examina un estudio de campo, ya que se evalúa cuando se utiliza en conjunto con la duración de consumo de alimentos a ser tomado en cuenta.

2.7.2. Diseño de Estudio

2.7.2.1. Método Experimental del estudio

El diseño experimental de este estudio se desarrollará de acuerdo a los objetivos planteados y consta de 3 fases: materias primas (cáscara de papaya (*Carica maradol roja*) y de maíz amarillo cusqueño (*Zea mays*), extracción de almidones tanto de cáscara de papaya (*Carica maradol roja*) y maíz amarillo cusqueño (*Zea mays*), métodos de ensayo: solubilidad, pH, sensibilidad y ceniza; Caracterización de las películas biodegradables elaboradas, estudio de bioplásticos y evaluación de su compatibilidad biológica con el medio ambiente. El tipo de estudio fue experimental basado en diseño factorial 2^k para obtener formulaciones de almidón y bioplásticos, este estudio se basa en el diseño factorial de otras revisiones bibliográficas de producción de bioplásticos para realizar métodos adecuados para concentraciones variables y constantes, realizando propiedades y condiciones específicas del almidón y luego elaborar métodos adecuados llegando a la producción de biofilm a partir de papaya y almidón de maíz.

2.7.2.2. Diseño factorial 2k

Este diseño factorial se utiliza para obtener almidón en el que se analizan 2 variables centrales: el tiempo y los cambios por minuto usando 2 tiempos distintos de la siguiente manera: 45 segundos y 60 segundos; hay 2 nomenclaturas de velocidad: alta velocidad y baja velocidad. Un diseño experimental 2k es un experimento que proporcionan el coeficiente de k en un diseño factorial. El diseño se lo realiza sobre dos factores con n repeticiones y se considera el diseño más simple. De esta forma se llega a obtener 4 tratamientos con 4 réplicas cada uno, para un total de 16 muestras, las cuales se pretenden investigar el rendimiento del almidón obtenido, el cual será utilizado como materia para determinar en el laboratorio. Por lo tanto, las propiedades del almidón a procesar se generan a partir de los datos obtenidos durante la marcha y sus correspondientes matrices generativas de recurrencia (Varela, 2021, p.6).

2.7.2.3. Diseño factorial 2k para mezclas

Son mezclas relacionadas y originadas por factores independientes de los factores. Las fórmulas bioplásticas abarcan concentración de almidón y glicerol, es decir, tienen dos cambios que se tratan de manera diferente como sigue (+,+); (+,-); (-,-); (-,+), los intervalos de vinagre y agua, de manera similar se emplearon para crear láminas biodegradables, se mantuvieron constantes en un total de 4 tratamientos con 4 réplicas cada uno, alcanzando el número óptimo de bioplásticos para un mejor desempeño, analizando los beneficios de 16 pruebas, se realiza pruebas de colocación en moldes (Varela, 2021, p.10).

2.8. Unidad de Análisis

El objetivo de este estudio fue obtener biopelículas a partir de almidón de cáscara papaya (Carica papaya maradol rojo) y maíz (*Zea mays* cuzco amarillo), para lo cual se optó por un diseño factorial 2^k con cuatro réplicas de cuatro tratamientos. La composición de cada tratamiento es diferente, al igual que la composición de almidón y plastificante (glicerina), por lo que cada tratamiento produce 4 láminas de plástico biodegradable. Cada método de tratamiento se selecciona a través de una evaluación inicial en pruebas de biodegradabilidad de alimentos recubiertos con biopelículas para estudiar biopelículas utilizando métodos físicos basados en el estudio.

2.9. Poblaciones de Estudio

Las poblaciones de estudio correspondieron a muestras de cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*) y maíz (*Zea mays*) cuzco amarillo de zonas comunes como el trópico de Portoviejo y las alturas de Riobamba. Se Elija entre una variedad de mercados en estas ciudades, tales como: (mayoristas, mercado la Vered, Mercado de Picoazá); las materias primas se seleccionan por su apariencia, si tienen daños en la superficie, no están manchadas o se encuentran en un estado degradado o dañado.

2.10. Tamaño de Muestra

El almidón se extraerá de la cáscara de papaya. (*Carica papaya maradol roja*) y maíz (*Zea mays*) cuzco amarillo, por el método húmedo descrito por la FAO. Se obtendrán datos del ensayo inicial para obtener su rendimiento. Para probar la hipótesis nula o alternativa, se realizará un análisis estadístico ANOVA sobre el rendimiento de almidón de papaya y maíz.

2.11. Selección de la muestra

La selección de muestra fue aleatoria de la cáscara de la Papaya (*Carica papaya maradol roja*) y Maíz (*Zea mays cuzco amarillo*) se realizará en la región Sierra y Costa, tomando en cuenta los desechos de la cáscara de papaya generados por las microempresas de elaboración de dulce de papaya con la cantidad de 50 kilos y la producción agrícola de maíz de 20 kilos en los diferentes mercados de la Ciudad de Riobamba y Portoviejo: (El mayorista, Mercado la Vered, Mercado de Picoazá).

2.12. Métodos de recopilación de datos

2.12.1. Obtención del almidón

La obtención del almidón se lo realizará mediante el diseño factorial 2^k donde 2 = (tiempo y revoluciones por minuto); k = Número de repeticiones; de esta manera se obtendrá 16 pruebas con 4 tratamientos.

Tabla 10-2: Técnica de extracción del almidón de cáscara de papaya

MATERIALES Y EQUIPOS	REACTIVO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	MÉTODO DE ENSAYO
<ul style="list-style-type: none"> • Licuadora • Cuchillo • Balanza digital y analítica • Espátula • Cronómetro • Recipientes de plástico • Tela filtrante o colador • Papel aluminio • Guantes aislantes • Fundas ziploc 	<ul style="list-style-type: none"> • Papaya • Agua destilada 	<ul style="list-style-type: none"> • Recepción de la cáscara de papaya se deben obtener dentro de las siguientes 24-48 horas para evitar su deterioro fisiológico y/o microbiano. Un factor importante en la extracción de almidón es que todo el proceso desde la cosecha de la papaya hasta el secado del almidón sea ejecutado en el más corto tiempo posible. • Pesado de 200 gramos de materia prima de cáscara de papaya • Lavado de la cáscara papaya: en esta etapa se elimina la tierra y las impurezas adheridas a la cáscara. • Troceado de la cáscara papaya: La cáscara se separa de la pulpa dejando trozos pequeños para obtener el máximo beneficio al momento del licuado, se debe evitar pérdida de la cáscara ya que esta contiene nuestra materia prima que es el almidón. • Licuado: esta operación consistió en aumentar la superficie de contacto de la cáscara troceada, por lo que se licua por un determinado tiempo con un volumen de agua determinado la cantidad de cáscara de papaya debe estar previamente pesada obteniendo una pasta homogénea. • Filtración: en esta etapa se separa el almidón de la celulosa usando un equipo filtrante, después de esto se conserva todo el sobrenadante y se desecha los residuos que se generan. • Colado o extracción: en esta etapa se realiza la separación de la pulpa o material fibroso de la lechada de almidón. Se debe evitar que pequeñas partículas de fibra pasen a la lechada de almidón; es por ello por lo que en muchos casos se recomienda realizar un recolado de la lechada con el objeto de retener las fibras finas que pudieron pasar a la lechada. • Sedimentación o deshidratación: se realiza por medio de sedimentación, para separar los gránulos de almidón de su suspensión en agua. y secado, se busca remover la humedad del almidón hasta un 12- 13 por ciento. • Secado: para eliminar el agua retenida en el almidón se procedió a secar durante 6-24 horas a temperatura ambiente. • Pulverizado: tras el secado las partículas de almidón se aglutinan por lo que es necesario realizar un proceso de pulverizado para separar dichas partículas hasta que cumpla con las características granulométricas deseadas que en este caso con una luz de malla de 38 micrones. • Tamizado: Se realiza el tamizado en el equipo ro-tap hasta pasar por una luz de malla de 106 micrones, granulometría que es apto para elaborar laminas bioplásticas. • Pesado: una vez que se obtuvo el almidón seco se procedió a pesar para obtener el rendimiento obtenido de la papaya. • Envasado: el llenado que se realiza es de tipo manual a temperatura ambiente, logrando que el envase alcance la totalidad de llenado, se utiliza fundas ziploc los que no permitirán el ingreso de humedad en el empaque por su cierre hermético. 	<p>(López, 2019, p.6) (Varela, 2021 p.2)</p>

Fuente: Cobana, 2017.

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Tabla 11-2: Sistema de arrancamiento del almidón de maíz

Materiales y Equipos	Reactivo	Descripción del proceso	Método de Ensayo
<ul style="list-style-type: none"> • Licuadora • Cuchillo • Balanza digital y analítica • Espátula • Cronómetro • Recipientes de plástico • Tela filtrante o colador • Papel aluminio • Guantes aislantes • Fundas ziploc 	<ul style="list-style-type: none"> • Maíz • Agua destilada 	<ul style="list-style-type: none"> • Recepción del grano de Maíz se debe obtener un grano de calidad para evitar su deterioro fisiológico y/o microbiano. • Pesado de 200 gramos de materia prima de granos de maíz • Lavado: en esta etapa se elimina el polvo y las impurezas del grano adheridas a los granos. • Troceado de los granos de maíz: Se deja los granos en trozos pequeños para obtener el máximo beneficio al momento del licuado. • Licuado: esta operación consistió en aumentar la superficie de contacto con los trozos de granos de maíz, por lo que se licua por un determinado tiempo con un volumen de agua determinado la cantidad de trozos de granos de maíz debe estar previamente pesados obteniendo una pasta homogénea. • Filtración: en esta etapa se separa el almidón de la celulosa usando un equipo filtrante, después de esto se conserva todo el sobrenadante y se desecha los residuos que se generan. • Colado o extracción: en esta etapa se realiza la separación de la pulpa o material fibroso de la lechada de almidón. Se debe evitar que pequeñas partículas de fibra pasen a la lechada de almidón; es por ello por lo que en muchos casos se recomienda realizar un recolado de la lechada con el objeto de retener las fibras finas que pudieron pasar a la lechada. • Sedimentación o deshidratación: se realiza por medio de sedimentación, para separar los gránulos de almidón de su suspensión en agua. y secado, se busca remover la humedad del almidón hasta un 12-13 por ciento. • Secado: para eliminar el agua retenida en el almidón se procedió a secar durante 6-24 horas a temperatura ambiente. • Pulverizado: tras el secado las partículas de almidón se aglutinan por lo que es necesario realizar un proceso de pulverizado para separar dichas partículas hasta que cumpla con las características granulométricas deseadas que en este caso con una luz de malla de 38 micrones. • Tamizado: Se realiza el tamizado en el equipo ro-tap hasta pasar por una luz de malla de 106 micrones, granulometría que es apto para elaborar laminas bioplásticas. • Pesado: una vez que se obtuvo el almidón seco se procedió a pesar para obtener el rendimiento obtenido del maíz. • Envasado: el llenado que se realiza es de tipo manual a temperatura ambiente, logrando que el envase alcance la totalidad de llenado, se utiliza fundas ziploc los que no permitirán el ingreso de humedad en el empaque por su cierre hermético. 	<p>(López , 2019, p.7) (Varela, 2021, p.2)</p>

Fuente: Cobana, 2017.

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

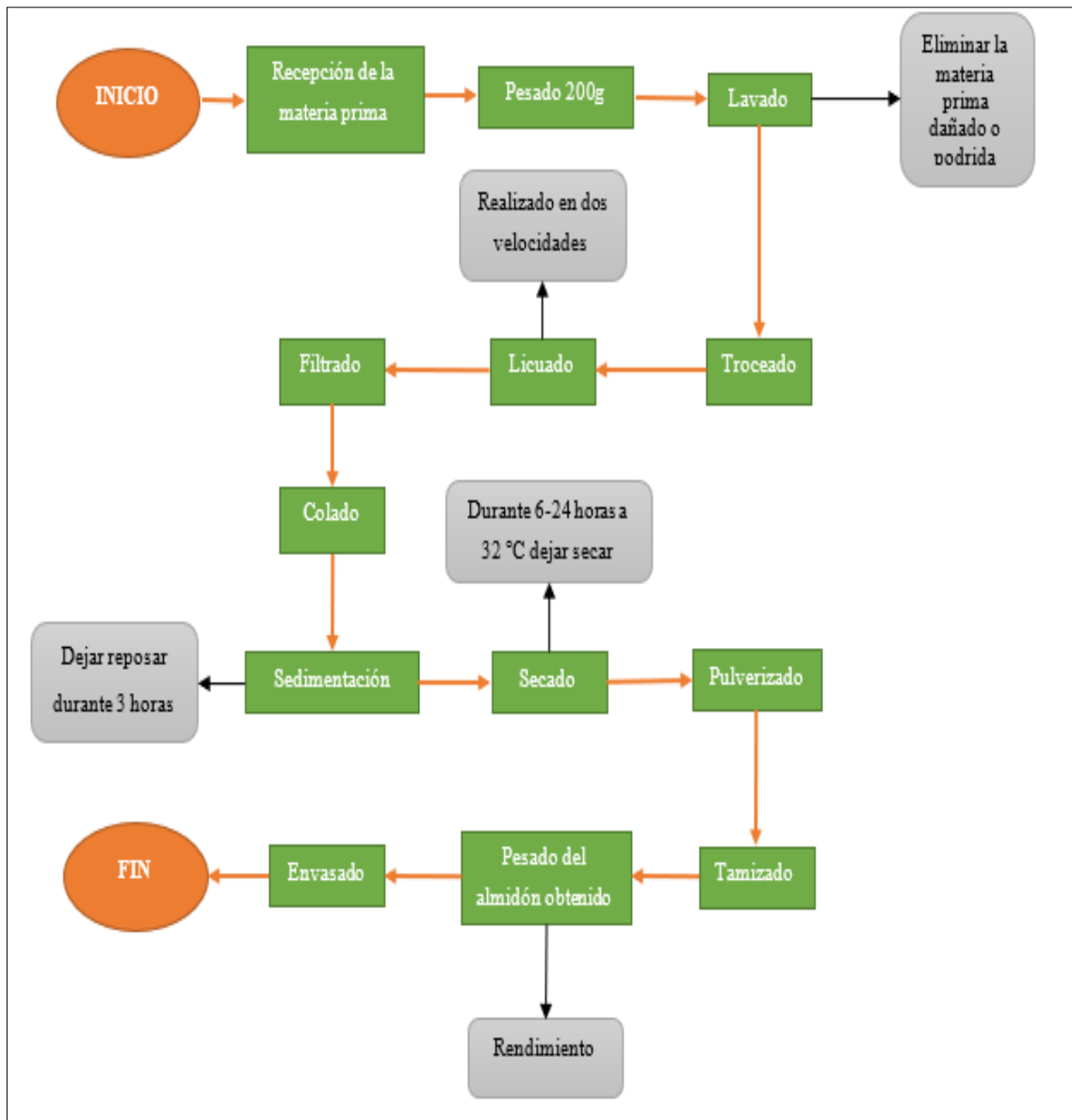


Ilustración 3-2: Diagrama de flujo de extracción de almidón de papaya y maíz

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

2.12.1.1. Técnica para realizar la caracterización físico químico de los almidones

Tabla 12-2: Técnica de ensayos físico químico para los almidones de papaya y maíz

No.	ENSAYO	MATERIALES Y EQUIPOS	PROCEDIMIENTO	FÓRMULA DE CÁLCULO	VALOR DE REFERENCIA	MÉTODO DE ENSAYO
1	DENSIDAD APARENTE	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza analítica con una precisión de 0,01 g • Probeta graduada de 25 mL • Embudo • Espátula • Equipo de Vibración de base de madera 	<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 de almidón a la probeta de 25 mL por medio de un embudo hasta que el volumen total sea libremente completado. <p>Densidad aparente del almidón empacado</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sostener la probeta con la muestra de almidón en un vibrador y adicionar almidón hasta que el volumen ocupado sea el valor mínimo. • Realizar la vibración durante cinco minutos a una frecuencia y amplitud de manera tal que la probeta vibre rítmicamente con la base de madera. • Medir el volumen de muestra empacada. 	<p>Para encontrar la densidad aparente se realizaron mediante 3 réplicas, con la siguiente fórmula:</p> <p style="text-align: center;">Densidad el almidón suelto (g/w)</p> $= \frac{\text{peso de probeta} + \text{almidón suelto}}{\text{volumen de la probeta}}$ <p>Ecuación 1-1: Densidad aparente con almidón suelto</p> $= \frac{\text{peso de probeta} + \text{almidón empacado} - \text{probeta vacía}}{\text{volumen de la probeta}}$ <p>Ecuación 2-2: Densidad aparente con almidón empacado</p>	<p>El almidón debe tener una densidad promedio de 1,560 g/mL.</p>	<p>(Castellanos, 2018, p.51)</p>

2	SOLUBILIDAD	<ul style="list-style-type: none"> Balanza analítica Vaso de precipitación de 25 y 200 mL. Agitador de vidrio. Calentador de placa. Probeta graduada de 100 mL 	<ul style="list-style-type: none"> En un vaso de precipitación de 25 mL pesar 2g de muestra, añadir 5 mL de agua fría y agitar. Transferir totalmente la suspensión sobre 100 mL de agua hirviendo contenida en un vaso de precipitación de 200 mL, continuar la ebullición por aproximadamente 2 min. Guardar la solución para determinación de pH. 	Medición Cualitativa	Considerar que la muestra en examen cumple con el requisito cuando se Observa sólo ligera opalescencia que se mantiene sin intensificar después de enfriamiento de la solución.	(Castellanos, 2018, p.53)
3	pH	<ul style="list-style-type: none"> Medidor de pH. Electrodos de vidrio y de calomel. Agitador de vidrio <p>Reactivos</p> <ul style="list-style-type: none"> Solución tampón 0,05 molar de fosfato pH 7,0 	<ul style="list-style-type: none"> Mezclar 5g de almidón en base seca con 25mL de agua destilada (previamente hervida para eliminar el CO₂) durante 15 minutos. Normalizar el medidor de pH a 25°C sumergiendo los electrodos en solución tampón pH 7,0 y ajustar el control a esta temperatura. Con el control de asimetría ajustar el instrumento al valor de pH correcto de la solución tampón. Con el control correspondiente retornar el equipo a su posición de reposo. Lavar los electrodos con agua destilada y secar con papel suave absorbente. 	Medición Directa	Considerar que la muestra cumple con el requisito si el pH obtenido se encuentra entre 5,0 y 7,0.	(Castellanos, 2018, p.55)

			<ul style="list-style-type: none"> • Sumergir los electrodos en la solución que debe estar a 25°C. • Accionar el control de lectura y leer el pH. 			
4	CONTENIDO DE CENIZAS	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza analítica con una precisión de 0,01g. • Crisoles de porcelana • Desecador Mufla 	<ul style="list-style-type: none"> • Pesar aproximadamente 5,0 g aproximadamente de almidón en un crisol de porcelana que ha sido previamente lavado, secado en un horno y pesado. • Colocar el crisol de porcelana con la muestra en la mufla e incinerar a 550 °C durante tres horas y media. • Enfriar el crisol y las cenizas en un desecador hasta tener peso constante. • Pesar el crisol con las cenizas y calcular la cantidad de cenizas. • Expresar los resultados como porcentaje de cenizas totales. 	<p>Para encontrar el contenido de ceniza se realizaron mediante 3 réplicas</p> <p style="text-align: center;">Cenizas (%)</p> $\text{Peso de cenizas} = \frac{(\text{peso de ceniza} - \text{peso de crisol vacío})}{\text{peso de muestra}} * 100$ <p style="text-align: center;">Ecuación 3-2: Contenido de cenizas</p>	En general, el contenido de cenizas en el almidón no debe exceder de 0,12 por ciento.	(Castellanos, 2018, p.57)
5	CONTENIDO DE HUMEDAD Y MATERIA SECA	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza analítica con una precisión de 0,01 g. • Crisoles plásticos o de vidrio. • Horno con temperatura constante y ventilación forzada • Desecador con un agente de secado 	<ul style="list-style-type: none"> • Pesar los crisoles vacíos, limpios y enfriarlos en un desecador, después de secar durante cinco horas en un horno a 80 °C (P1). • Pesar en el crisol vacío entre 5 g de la muestra de almidón (P2). • Colocar el crisol con la muestra de almidón en un horno a 80 °C durante 24 horas. 	<p>Para encontrar la densidad aparente se realizaron mediante 3 réplicas:</p> <p style="text-align: center;">% humedad</p> $= \frac{(P3 - P1)}{(P1 - P2)} * 100$ <p style="text-align: center;">%materia seca = 100 - (%humedad)</p> <p style="text-align: center;">Ecuación 4-2: Contenido de materia seca</p> <p>Donde:</p>	El contenido de humedad de los almidones de estar entre el 12%. El contenido de materia seca de los almidones debe estar entre 87-90 por ciento.	(Castellanos, 2018, p.59)

			<ul style="list-style-type: none"> • Enfriar los crisoles con el almidón seco en un desecador hasta obtener peso constante (30-45 minutos) (P3). • Pesar los crisoles con la muestra de almidón seca. 	<p>P1: Pesar los crisoles vacíos, limpios y enfriarlos en un desecador, después de secar durante cinco horas en un horno</p> <p>P2: Pesar en el crisol vacío entre 5 g de la muestra de almidón</p> <p>P3: Enfriar los crisoles con el almidón seco en un desecador hasta obtener peso constante (30-45 minutos)</p>		
6	TEMPERATURA DE GELATINIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza analítica con una precisión de 0,01 g. • Plancha de calentamiento. • Vasos de precipitado de vidrio de 100 y 250 mL • Frascos volumétricos de 100 mL • Pinzas de acero inoxidable • Termómetro con escala de 0-100 °C 	<ul style="list-style-type: none"> • Pesar 10 g de almidón disolver en agua destilada y completar a 100 mL. • Calentar agua en un vaso de precipitado de 250 mL a 85 °C. • Tomar 50 mL de la suspensión en un vaso de precipitado de 100 mL. • Introducir el vaso de precipitado con la muestra en el agua a 85 °C. • Agitar con el termómetro constantemente la suspensión de almidón hasta que se forma una pasta y la temperatura permanezca estable por unos segundos. • Leer la temperatura de gelatinización. 	<p>Para encontrar la temperatura de gelatinización se realizaron mediante 3 réplicas y un promedio:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cálculo directo 	<p>El valor de la temperatura de gelatinización en almidones de yuca varía entre 57, 5-70 °C.</p>	(Castellanos, 2018, p.61)
7	DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DEL GRÁNULO	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza • Equipo Ro-tap con tapa y fondo 	<ul style="list-style-type: none"> • Pesar cada tamiz y el fondo, vacíos y limpios. • Pesar 50g de la muestra de almidón y transferir al tamiz de la parte superior del grupo de tamices. • Agitar el grupo de tamices hasta que la cantidad de 	<p>Peso neto individual</p> <p>= (peso tamiz + fracción de almidón) – (peso de cada tamiz vacío)</p>	<p>El 99 por ciento de los gránulos de almidón deben</p>	(Castellanos, 2018, p. 63)

			<p>almidón que pasa a través de la parte superior del grupo de tamices sea insignificante (aproximadamente 10 minutos).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Remover el tamiz de la parte superior y agitar hasta que la cantidad de almidón a través del siguiente tamiz sea insignificante. • Continuar de igual forma con los otros tamices hasta que todos sean removidos. • Pesar cada uno de los tamices y el fondo con sus respectivas fracciones de almidón. 	<p>Ecuación 5-2: Porcentaje del tamaño de gránulo</p> $\text{Gran total} = \sum \text{pesos netos individuales}$ <p>Registrar cada fracción de almidón como porcentaje del gran total, caracterizado por el ancho de la malla en micrómetros.</p>	<p>pasar a través de un tamiz de malla 100 o el 95 por ciento pasar a través de un tamiz de malla 140 (106 μm).</p>	
--	--	--	---	--	---	--

Fuente: Castellanos, 2018.

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

2.13. Técnica de obtención del bioplástico

2.13.1. Diseño factorial 2^k

Las concentraciones de almidón de papaya y maíz se determinaron mediante análisis factorial 2^k , donde 2 = (concentración de almidón y plastificante); k = número de repeticiones; por lo tanto, no da $2^k = (2 * 2) * 4 = 16$ ensayos y 4 tratamientos. De igual manera, considerar la formación y homogeneidad del biofilm esparcido en la placa Petri, la transparencia, estabilidad y secado de la placa biodegradable, que son los mismos aspectos cualitativos.

	CA (g)				
Límite alto	?			?	Límite alto
Límite bajo	?			?	Límite bajo
				CG (g)	

Ilustración 4-2: Valores empleados para determinar las formulaciones del bioplástico

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Tabla 13-2: Datos obtenidos del diseño factorial 2k para la obtención de bioplástico

No.	TRATAMIENTOS	VARIABLES	REPETICIONES
1	TP1 (TP1P) * tratamiento 1 de la Papaya (TP1M) * tratamiento 1 de Maíz	CA: CG	R1
2			R2
3			R3
4			R4
5	TP2 (TP2P) * tratamiento 2 de la Papaya (TP2M) * tratamiento 2 de Maíz	CA: CG	R1
6			R2
7			R3
8			R4
9	TP3 (TP3P) * tratamiento 3 de la Papaya (TP3M) * tratamiento 3 de Maíz	CA: CG	R1
10			R2
11			R3
12			R4
13	TP4 (TP4P) * tratamiento 4 de la Papaya (TP4M) * tratamiento 4 de Maíz	CA: CG	R1
14			R2
15			R3
16			R4

Fuente: Castellanos, 2018.

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

2.13.2. Obtención de bioplástico de papaya y maíz

Tabla 14-2: Proceso para la creación de bioplástico de papaya

OBTENCIÓN DE BIOPLÁSTICO		
MATERIALES Y EQUIPOS	REACTIVOS	PROCEDIMIENTO (TRATAMIENTO 1)
<ul style="list-style-type: none"> • Balanza analítica con una precisión de 0,01 g 	<ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada • Glicerina 	<ul style="list-style-type: none"> • Pesar 4 g de almidón en un vaso de precipitación de 250 mL.
<ul style="list-style-type: none"> • Probeta graduada de 5mL, 10mL, 100mL • Espátula 	<ul style="list-style-type: none"> • Vinagre • Almidón de papaya 	<ul style="list-style-type: none"> • Adicionar 40 mL de agua destilada. • Agregar el plastificante (glicerina 2 mL).
<ul style="list-style-type: none"> • Reverbero 		<ul style="list-style-type: none"> • Adicionar 2 mL de vinagre
<ul style="list-style-type: none"> • Agitador-Calentador • Estufa 		<ul style="list-style-type: none"> • Mezclar la muestra y agitar hasta no observar grumos
<ul style="list-style-type: none"> • Vasos de precipitación de 250 mL • Varilla de agitación • Cajas Petri o Moldes de vidrio 		<ul style="list-style-type: none"> • Colocar la muestra en el agitador- calentador, la agitación debe de ser de 500-1000 rpm hasta temperatura de gelatinización del almidón. Una vez llegada a la temperatura de gelatinización verter la muestra en los moldes o cajas Petri.
		<ul style="list-style-type: none"> • Dejar secar la muestra a una temperatura ambiente de 25 °C durante 24 horas.
		<ul style="list-style-type: none"> • Retirar los bioplásticos de los moldes y colocar en papel aluminio o papel secante.

Fuente: Avellán, 2019.

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Tabla 15-2: Proceso para la creación de bioplástico de maíz

OBTENCIÓN DE BIOPLÁSTICO		
MATERIALES Y EQUIPOS	REACTIVOS	PROCEDIMIENTO (TRATAMIENTO 1)
<ul style="list-style-type: none"> • Balanza analítica con una precisión de 0,01 g 	<ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada • Glicerina 	<ul style="list-style-type: none"> • Pesar 3,5 g de almidón en un vaso de precipitación de 250 mL.
<ul style="list-style-type: none"> • Probeta graduada de 5mL, 10mL, 100mL • Espátula 	<ul style="list-style-type: none"> • Vinagre • Almidón de maíz 	<ul style="list-style-type: none"> • Adicionar 40 mL de agua destilada. • Agregar el plastificante (glicerina 2 mL).
<ul style="list-style-type: none"> • Reverbero 		<ul style="list-style-type: none"> • Adicionar 2 mL de vinagre
<ul style="list-style-type: none"> • Agitador-Calentador • Estufa 		<ul style="list-style-type: none"> • Mezclar la muestra y agitar hasta no observar grumos
<ul style="list-style-type: none"> • Vasos de precipitación de 250 mL • Varilla de agitación • Cajas Petri o Moldes de vidrio 		<ul style="list-style-type: none"> • Colocar la muestra en el agitador- calentador, la agitación debe de ser de 500-1000 rpm hasta temperatura de gelatinización del almidón. Una vez llegada a la temperatura de gelatinización verter la muestra en los moldes o cajas Petri.
		<ul style="list-style-type: none"> • Dejar secar la muestra a una temperatura ambiente de 25 °C durante 24 horas.
		<ul style="list-style-type: none"> • Retirar los bioplásticos de los moldes y colocar en papel aluminio o papel secante.

Fuente: Avellán, 2019.

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Tabla 16-2: Ensayos para la caracterización de las biopelículas

NO.	ENSAYO	PROCEDIMIENTO	FORMA DE CÁLCULO	MÉTODO DE ENSAYO
1	HUMEDAD	<ul style="list-style-type: none"> • 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 dos ensayos por cada muestra para proceder a promediar los resultados obtenidos. 	<p style="text-align: center;">% Humedad</p> $= \frac{\text{Peso inicial de la película} - \text{Peso final de la película}}{\text{Peso final de la película}} * 100$ <p style="text-align: center;">Ecuación 6-2: Porcentaje de humedad del bioplástico</p>	(Castellanos, 2018, p.81)
2	SOLUBILIDAD EN EL AGUA	<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<p style="text-align: center;">% Solubilidad</p> $= \frac{\text{Peso inicial seco} - \text{Peso final seco}}{\text{Peso inicial seco}} * 100$ <p style="text-align: center;">Ecuación 7-2: Porcentaje de solubilidad en el agua del bioplástico</p>	(Castellanos, 2018, p.84)

3	<p style="text-align: center;">TRANSMISIÓN DE VAPOR DE AGUA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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 16mm de diámetro, dejando este espacio libre para mezclar delicadamente la sílica gel durante cada pesado. Las películas se cortaron en cuadrados de 2.5 cm² para cada muestra, luego se colocaron en la boca del tubo de ensayo sellándolos herméticamente y un pedazo de cinta scotch. • Colocar o guardar en una gradilla. • Una vez 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 Cloruro de sodio (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. 	$WVRT = \frac{Q}{T \cdot A}$ <p>Ecuación 8-2: Ecuación de la tasa de transmisión de vapor expresada en (g/h*m²).</p> <p>Donde: Q = peso ganado del desecante en gramos. WVTR = tasa de transmisión de vapor de agua. t = tiempo de la prueba en horas. A = Área total del bioplástico.</p> $WVP = \frac{WVRT * e}{\Delta p}$ $\Delta p = s' (HR_2 - HR_1)$ <p>Ecuación 9-2: Transmisión de vapor de agua</p> <p>Donde: WVP: Permeabilidad al vapor de agua en (g*h⁻¹*m⁻¹*MPa⁻¹). WVTR: Pendiente de la curva (g/h) sobre el área expuesta de la lámina (g/h*m). s': Presión de vapor de agua a la temperatura del ensayo (MPa) T= 20°C.</p>	<p style="text-align: right;">(Castellanos, 2018, p.88)</p>
---	--	---	--	---

<p>4</p>	<p>BIODEGRADABILIDAD</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se acoplaron el uso de cámaras digitales (de un teléfono celular, una cámara web o una cámara digital semiprofesional) y un software libre para análisis de imágenes (imageJ), con el fin de determinar el área de la lámina en forma simple, precisa y a bajo costo. • Instalar el programa de imagen. • Tomar una fotografía a la muestra con un límite de referencia para que el programa tenga el valor del área de cada área. • Tomar una foto a cada una de las muestras cada 7 días. • Subir la foto al programa. • Señalar: analizar datos en imageJ y dibujar los bordes de las láminas en la fotografía • Observa el valor del área proporcionada por el programa. 	$= \frac{\text{Área inicial} - \text{Área final}}{\text{Área inicial}} * 100$ <p>Ecuación 10-2: Porcentaje de Biodegradabilidad</p>	<p>(Castellanos, 2018, p. 92)</p>
----------	---------------------------------	--	--	-----------------------------------

Fuente: Castellanos, 2018.

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Datos obtenidos de las pruebas físicas- químicas de la cáscara de papaya y maíz

A continuación en la tabla 17-3 se puede apreciar que la papaya se puede dividir en pequeña, mediana y grande, esta propiedad se puede configurar por peso de 100 papayas de diferentes pesos y tamaños, debe estar en el rango de peso de 0,300 a 0,500 kg/100 las papayas se consideran medianas., el promedio de las papayas analizadas es de 0,499 kg/100 papayas, esto es porque las variedades de papaya son muy diversas, ya que son populares como fuente de alimento, cada variedad tiene propiedades diferentes (Ramos , 2014, p.34).

Tabla 1-3: Análisis cualitativo de papaya (*Carica papaya maradol roja*)

No.	PAPAYA (<i>Carica papaya maradol roja</i>)		
	PESO (kg)	LONGITUD (cm)	DIÁMETRO (cm)
1	0,390	19,710	12,180
2	0,419	20,570	14,210
3	0,492	22,240	15,210
4	0,564	24,300	16,340
5	0,633	26,500	18,020
PROMEDIO	0,499	22,664	15,192
Peso kg/100 papayas	0,499 kg/100 papayas		

Fuente: Hernández, 2019.

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

A continuación en la tabla 18-3 se puede apreciar que el grano de maíz se puede dividir en pequeño, mediano y grande, esta propiedad se puede configurar por peso de 100 granos de producto, debe estar en el rango de 10 a 50 gramos por cada 100 granos debe considerarse mediano, el promedio de los granos de maíz analizadas es de, 15 g/100 peso de grano, esto es

porque las variedades de maíz son muy diversas, ya que son populares como fuente de alimento, cada variedad tiene propiedades diferentes (Lubin, 1993, p.2).

Tabla 2-3: Reconocimiento cualitativo de maíz amarillo (*Zea mays*)

No.	MAÍZ AMARILLO (<i>Zea mays</i>)		
	PESO (g)	LONGITUD (cm)	DIÁMETRO (mm)
1	12,310	1,240	0,830
2	13,980	1,170	0,910
3	14,340	1,350	0,930
4	17,450	1,630	1,120
5	18,210	1,640	1,240
PROMEDIO	15,258	1,406	1,006
Peso g/100 granos	15 g/100 granos		

Fuente: Rodríguez, 2015.

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

3.1.1. Rendimientos obtenidos del almidón

Tabla 3-3: Resultados de rendimiento obtenidos de cáscara papaya (*Carica papaya maradol roja*)

No.	TRATAMIENTO	VARIABLES	REPETICIÓN	VOLUMEN AGUA (mL)	PESO (g)			RENDIMIENTO (%)		TIEMPO SECADO (H)	
					PRODUCTO	ALMIDÓN		R	PROMEDIO		
						R	PROMEDIO				TOTAL
1	TP1	RPM A: 45s	R1	375	200	9,134	9,477	37,909	4,567	4,828	12
2			R2			9,728			4,864		
3			R3			9,379			4,690		
4			R4			9,668			4,834		
5	TP2	RPM A: 60s	R1			10,367	10,585	42,339	5,184	5,292	24
6			R2			11,138			5,569		
7			R3			10,719			5,360		
8			R4			10,115			5,058		
9	TP3	RPM B: 45s	R1			4,189	4,591	18,363	2,095	2,295	8
10			R2			4,734			2,367		
11			R3			4,316			2,158		
12			R4			5,124			2,562		
13	TP4	RPM B: 60s	R1			6,218	6,372	25,487	3,109	3,186	10
14			R2			6,223			3,112		
15			R3			6,628			3,314		
16			R4			6,418			3,209		

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Tabla 4-3: Análisis de varianza del rendimiento de almidón de la cáscara de Papaya (*Carica papaya maradol roja*)

Reconocimiento de Varianza						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	82,80090025	1	82,80090025	673,9730285	6,51386E-12	4,747225347
Columnas	8,34343225	1	8,34343225	67,91288844	2,77134E-06	4,747225347
Interacción	0,45360225	1	0,45360225	3,69217824	0,07873476	4,747225347
Dentro del grupo	1,474259	12	0,122854917			
Total	93,07219375	15				

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

El rendimiento de la extracción húmeda se aprecia mediante el análisis de varianza presente en la tabla 20-3 y se determinó que no hubo una diferencia significativa entre los tratamientos obtenidos con el diseño 2^k , ya que el valor de probabilidad es de (0,07873476) mucho mayor a 0,05 por lo que se aprueba la hipótesis nula (Palacio, 2012, p.47). A fin de determinar qué muestras contribuyeron con las diferencias más pequeñas determinadas por ANOVA.

Tabla 5-3: Resultados de rendimiento obtenidos de maíz amarillo (*Zea mays*)

No.	TRATAMIENTO	VARIABLES	REPETICIÓN	VOLUMEN AGUA (mL)	PESO (g)			RENDIMIENTO (%)		TIEMPO SECADO (H)	
					PRODUCTO	ALMIDÓN		R	PROMEDIO		
						R	PROMEDIO				TOTAL
1	TM1	RPM A: 45s	R1	375	200	32,730	33,065	132,258	16,365	16,532	10
2			R2			32,121			16,061		
3			R3			33,216			16,608		
4			R4			34,191			17,096		
5	TM2	RPM A: 60s	R1			37,742	38,978	155,910	18,871	19,489	12
6			R2			38,312			19,156		
7			R3			39,133			19,567		
8			R4			40,723			20,362		
9	TM3	RPM B: 45s	R1			14,592	15,084	60,337	7,296	7,542	6
10			R2			14,720			7,360		
11			R3			15,160			7,580		
12			R4			15,865			7,933		
13	TM4	RPM B: 60s	R1			19,423	18,534	74,135	9,712	9,267	8
14			R2			18,137			9,069		
15			R3			18,821			9,411		
16			R4			17,754			8,877		

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Tabla 6-3: Análisis de varianza del rendimiento de almidón del maíz amarillo (*Zea mays*)

Reconocimiento de Varianza						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	1476,403776	1	1476,403776	1778,20459	2,05227E-14	4,747225347
Columnas	87,65640625	1	87,65640625	105,574793	2,66947E-07	4,747225347
Interacción	6,06883225	1	6,06883225	7,30939971	0,019181544	4,747225347
Dentro del grupo	9,9633335	12	0,830277792			
Total	1580,092348	15				

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

El rendimiento de la extracción húmeda se aprecia mediante el análisis de varianza presente en la tabla 22-3 y se determinó que hubo una diferencia significativa entre los tratamientos obtenidos con el diseño 2^k , ya que el valor de probabilidad es de (0,019181544) mucho menor a 0,05 por lo que se rechaza la hipótesis nula (Palacio, 2012, p.47). A fin de determinar qué muestras contribuyeron con las diferencias más pequeñas determinadas por ANOVA.

Tabla 7-3: Prueba de Tukey de almidón obtenido de la cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*)

Tanteo de Tukey- Diferencia de medias				
	TP1	TP2	TP3	TP4
TP1		1,11	4,89	3,11
TP2			5,99	4,21
TP3				1,78
TP4				
HSD	0,74			
Multiplicador	4,20			
Mse	0,12			
n	4			
	Existe diferencia significativa			
	No existe diferencia significativa			

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

A continuación es visible en la tabla 23-3, donde se puede apreciar que se encuentran los valores de la prueba de Tukey, (Camacho, 2017, p.2) explica que encontrar una muestra exacta con o sin diferencia significativa, y esto se comprueba cotejando los valores de los cuatro tratamientos que encontramos donde hay una diferencia significativa porque los resultados son superiores que la diferencia honesta significativa de 0,74 al almidón, cambios en la velocidad de extracción y tiempo de licuado al salir de las pruebas (TP1-TP2), (TP1,TP3), (TP1,TP4), (TP2,TP3), (TP2,TP4), (TP3,TP4) con diferencias significativas.

Tabla 8-3: Prueba de Tukey de almidón obtenido del maíz amarillo (*Zea mays*)

Tanteo de Tukey- Diferencia de medias				
	TM1	TM2	TM3	TM4
TM1		5,91	17,98	14,53
TM2			23,89	20,44
TM3				3,45
TM4				
HSD	1,91			
Multiplicador	4,20			
Mse	0,83			
n	4			
	Existe diferencia significativa			
	No existe diferencia significativa			

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

A continuación es visible en la tabla 24-3, donde se puede apreciar que se encuentran los valores de la prueba de Tukey, (Camacho, 2017, p.2) explica que encontrar una muestra exacta con o sin diferencia significativa, y esto se comprueba cotejando los valores de los cuatro tratamientos que

encontramos donde hay una diferencia significativa porque los resultados son superiores que la diferencia honesta significativa de 1,91 al almidón, cambios en la velocidad de extracción y tiempo de licuado al salir de las pruebas (TM1-TM2), (TM1,TM3), (TM1,TM4), (TM2,TM3), (TM2,TM4), (TM3,TM4) con diferencias significativas.

Tabla 9-3: Variables de obtención de almidón de cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*)

VARIABLES	
RPM (revoluciones por minuto)	TIEMPO
RPMA	60 s
RPMB	45 s

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Cada tratamiento tiene dos variables, las revoluciones por minuto alta (RPMA) y baja (RPMB), tiempo alto (60s) y bajo (45s), comparando el resultado presente en el gráfico 1-3, el segundo tratamiento (TP2) y (RPMA), la variedad presentó el más alto resultado promedio de almidón a los 60 segundos con 5.292%, siendo el tratamiento más adecuado para la producción de láminas biodegradables.

Tabla 10-3: Variables de obtención de almidón maíz amarillo (*Zea mays*)

VARIABLES	
RPM (revoluciones por minuto)	TIEMPO
RPMA	60 s
RPMB	45 s

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Cada tratamiento tiene dos variables, las revoluciones por minuto alta (RPMA) y baja (RPMB), tiempo alto (60s) y bajo (45s), comparando el resultado presente en el gráfico 2-3, el segundo tratamiento (TM2) y (RPMA), la variedad presento el más alto resultado promedio de almidón a los 60 segundos con 19.489%, siendo el tratamiento más adecuado para la producción de láminas biodegradables.

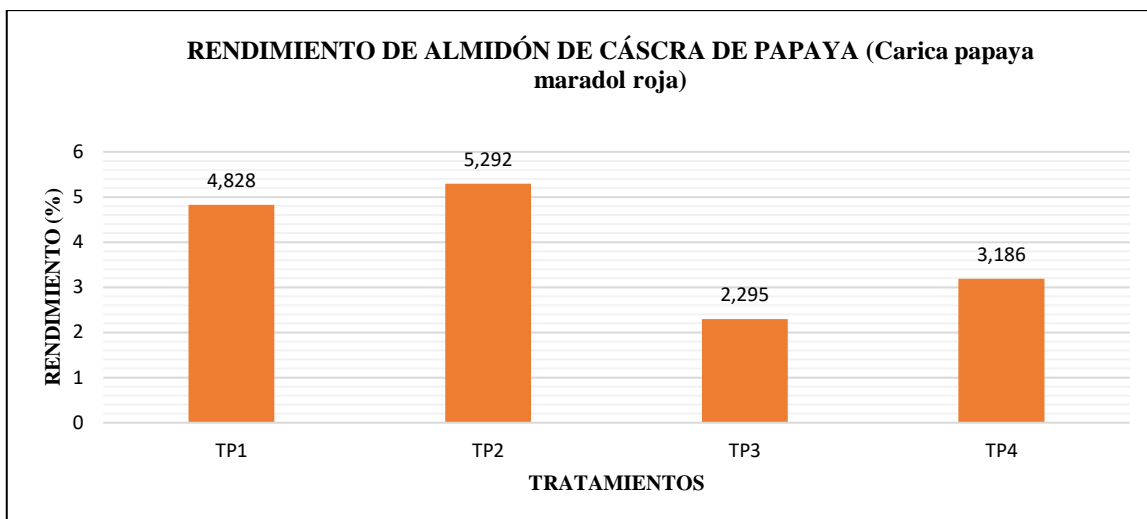


Ilustración 1-3: Rendimiento de almidón de cáscara de papaya (Carica papaya maradol roja)

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Se presenta en el siguiente grafico 1-3 que el contenido porcentual de almidón de cáscara de papaya (*Carica papaya maradol rojo*) alcanzado por extracción húmeda, en 200 g de cáscara de papaya el rendimiento menor está en el TP3 con 2,295 % y el mayor rendimiento está en TP2 con 5,292, valor similar a los resultados de la investigación de (Torres, 2021, p.34), con 500 g de cáscara de papaya es 5,421 de la muestra de papaya (*Carica papaya I.*). El resultado de papaya (*Carica papaya maradol roja*) puede estar relacionado con el método de extracción utilizado como tiempo y equipo para la licuefacción.

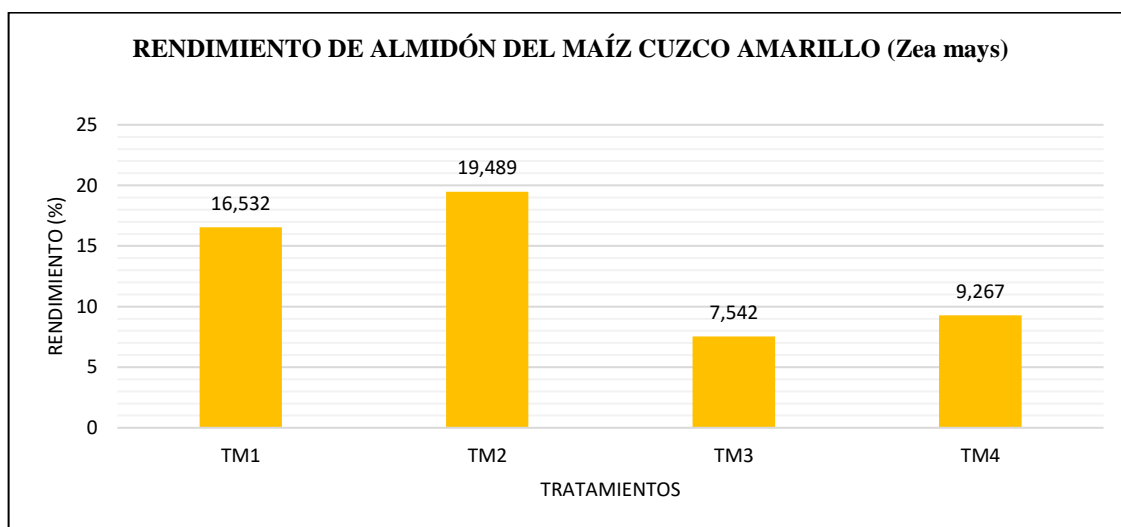


Ilustración 2-3: Rendimiento del almidón del maíz cuzco amarillo (*Zea mays*)

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Se presenta en el siguiente grafico 2-3 que el contenido porcentual de almidón de maíz amarillo (*Zea mays*) alcanzado por extracción húmeda, en 200 g de granos de maíz amarillo (*Zea mays*) el rendimiento menor está en el TM3 con 7,542 % y el mayor rendimiento está en TM2 con 19,489,

valor similar a los resultados de la investigación de (Torres, 2021, p.34), con 500 g de cáscara de papaya es 5,421 de la muestra de papaya (*Carica papaya L.*). El resultado de maíz amarillo (*Zea mays*) puede estar relacionado con el método de extracción utilizado como tiempo y equipo para la licuefacción.

3.1.2. Ensayos físico químicos de almidón de cáscara papaya y maíz

3.1.2.1. Densidad aparente

Tabla 11-3: Resultados de densidad aparente de cáscara papaya (*Carica papaya maradol roja*)

Densidad aparente		
Repeticiones	ρ suelta de almidón (g/mL)	ρ empacado de almidón (g/mL)
1	2,410	2,690
2	2,430	2,710
3	2,410	2,720
Promedio	2,417	2,707

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Lo resultados de los valores presentes en la tabla 27-3, obtenidos de la densidad aparente del almidón de cáscara de papaya da como resultado un promedio 2,417 g/mL que está por encima del promedio 1,560 g/mL de la densidad aparente enunciado por (Tereza, 2007, p.65) su técnica determina que este almidón tiende a absorber más agua a alta densidad.

Tabla 12-3: Resultados de densidad aparente del maíz cuzco amarillo (*Zea mays*)

Densidad aparente		
Repeticiones	ρ suelta de almidón (g/mL)	ρ empacado de almidón (g/mL)
1	1,508	2,421
2	1,493	2,053
3	1,483	1,151
Promedio	1,494	1,875

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Lo resultados de los valores presentes en la tabla 28-3, obtenidos de la densidad aparente del almidón del maíz amarillo (*Zea mays*) da como resultado un promedio 1,494 g/mL que está dentro de los parámetros del promedio 1,560 g/mL de la densidad aparente enunciado en su técnica por (Tereza, 2007, p.65).

3.1.2.2. Solubilidad

Tabla 13-3: Resultados de solubilidad de la cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*)

No.	pH	Presencia de opalescencia
1	7,91	Si
2	7,93	Si
Promedio	7,92	Si

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Los resultados de los valores presentes mediante la tabla 29-3 podemos apreciar que indica que los resultados de impresionabilidad para la existencia de opalescencia son positivos con los valores de referencia especificados por la norma (INEN) 1456:1986, lo que indica que los resultados están correlacionados y por lo tanto cumplen con los requisitos para la existencia de opalescencia, las muestras de almidón eran ligeramente opalescentes.

Tabla 14-3: Resultados de solubilidad de maíz cuzco amarillo (*Zea mays*)

No.	pH	Presencia de opalescencia
1	7,97	Si
2	7,98	Si
Promedio	7,97	Si

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Los resultados de los valores presentes mediante la tabla 30-3 podemos apreciar que indica que los resultados de impresionabilidad para la existencia de opalescencia son positivos con los valores de referencia especificados por la norma (INEN) 1456:1986, lo que indica que los resultados están correlacionados y por lo tanto cumplen con los requisitos para la existencia de opalescencia, las muestras de almidón eran ligeramente opalescentes.

3.1.2.3. pH

Tabla 15-3: Resultados de pH de cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*)

No.	pH
1	6,30
2	6,35
Promedio	6,32

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Se aprecia en la tabla 31-3, el promedio de pH de cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*) es de 6,32 se visualiza que está en condición aceptable, ya que la técnica de (Tereza, 2007, p.89) nos dice que deben estar entre los valores de 6,0 a 6,5, y viendo el valor de pH reflejado de la cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*) se encuentra dentro de los parámetros el promedio de las muestras.

Tabla 16-3: Resultados de pH del maíz cuzco amarillo (*Zea mays*)

No.	pH
1	6,35
2	6,40
Promedio	6,37

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Se aprecia en la tabla 32-3, el promedio de pH del maíz cuzco amarillo (*Zea mays*) es de 6,37 se visualiza que está en condición aceptable, ya que la técnica de (Tereza, 2007, p.89) nos dice que deben estar entre los valores de 6,0 a 6,5, y viendo el valor de pH reflejado del maíz cuzco amarillo (*Zea mays*) se encuentra dentro de los parámetros el promedio de las muestras.

3.1.2.4. Contenido de ceniza

Tabla 17-3: Resultados de contenido de ceniza de la cáscara de papaya (*Carica papaya*)

Contenido de ceniza	
No.	(%)
1	0,110
2	0,113
3	0,120
Promedio	0,114

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

A continuación, para el análisis del contenido de cenizas, se colocaron 5g de la muestra en una mufla a 550°C y se pesó el crisol con cenizas, y finalmente se promedió el contenido de cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*). Se visualiza el contenido de cenizas en la tabla 33-3 es de 0,114%, valor que cumple con los requisitos especificados, ya que cumple con los requisitos

técnicos, es decir no debe exceder el 0,12% (Tereza, 2007, pág. 91), el contenido de ceniza da una valoración de la calidad del almidón en relación con los resultados obtenidos, se puede ver que está libre de contaminantes y puede ser utilizado para la producción de láminas bioplásticas.

Tabla 18-3: Resultados de contenido de ceniza del maíz cuzco amarillo (*Zea mays*)

Contenido de ceniza	
No.	(%)
1	0,101
2	0,098
3	0,103
Promedio	0,100

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

A continuación, para el análisis del contenido de cenizas, se colocaron 5g de la muestra en una mufla a 550°C y se pesó el crisol con cenizas, y finalmente se promedió el contenido del maíz cuzco amarillo (*Zea mays*). Se visualiza el contenido de cenizas en la tabla 34-3 es de 0,100%, valor que cumple con los requisitos especificados, ya que cumple con los requisitos técnicos, es decir no debe exceder el 0,12% (Tereza, 2007, p.91), el contenido de ceniza da una valoración de la calidad del almidón en relación con los resultados obtenidos, se puede ver que está libre de contaminantes y puede ser utilizado para la producción de láminas bioplásticas.

3.1.2.5. Contenido de humedad y materia seca

Tabla 19-3: Resultados de contenido de humedad y materia seca de cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*)

No.	Humedad (%)	Materia seca (%)
1	11,421	89,235
2	10,847	88,201
3	11,554	88,716
Promedio	11,274	88,717

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Se puede visualizar en la tabla 35-3, que la cáscara papaya (*Carica papaya maradol roja*) tuvo un resultado de humedad promedio de 11.274 %, que se acerca al porcentaje de 17,5 % hasta 39,4 % que debe contener el almidón de yuca propuesto por (Tereza, 2007, p.105), a su vez en la investigación de (Torres, 2021, p. 7) obtuvo un porcentaje de humedad de la cáscara de la papaya

hawaina (*Carica papaya l.*) es de 11,506% porcentaje similar al de la cáscara papaya (*Carica papaya maradol roja*). Por lo tanto, el porcentaje de humedad del almidón del maíz cuzco amarillo (*Zea mays*) investigado en este estudio estuvo dentro del rango especificado.

Tabla 20-3: Resultado de contenido de humedad y materia seca de maíz cuzco amarillo (*Zea mays*)

No.	Humedad (%)	Materia seca (%)
1	11,573	90,617
2	10,658	88,584
3	10,845	87,721
Promedio	11,025	88,974

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Se puede visualizar en la tabla 36-3, que el maíz cuzco amarillo (*Zea mays*) tuvo un resultado de humedad promedio de 11.025 %, que se acerca al porcentaje de 17,5 % hasta 39,4 % que debe contener el almidón de yuca propuesto por (Tereza, 2007, p.105), a su vez en la investigación de (Erazo, 2021, p.59) obtuvo un porcentaje de humedad de es de 8,697%% en maíz morado (*Zea mays L.*), porcentaje similar al de maíz cuzco amarillo (*Zea mays*), Por lo tanto, el porcentaje de humedad del almidón del maíz cuzco amarillo (*Zea mays*) investigado en este estudio estuvo dentro del rango especificado.

3.1.2.6. Temperatura de gelatinización

Tabla 21-3: Resultados de temperatura de gelatinización de cáscara papaya (*Carica papaya maradol roja*)

No.	Temperatura de gelatinización (°C)
1	68
2	69
3	69
Promedio	68,66

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Por consiguiente se puede visualizar en la tabla 37-3 la temperatura de gelatinización de la cáscara papaya (*Carica papaya maradol roja*) obtenida al realizar el promedio de tres muestras fue de 68

°C, (Erazo, 2021, p.63) obtuvo una temperatura de gelatinización del almidón de maíz morado en 70.615 °C y (Torres, 2021, p.40) de almidón de papa obtuvo a 68 °C, en su estudio, el valor de temperatura de gelatinización del almidón de yuca propuesto en la técnica de (Tereza, 2007, p.37) empieza de 62°C y culmina a los 68°C, los valores cambian blandamente dependiendo de la especie utilizada, en el presente estudio, los resultados que se obtuvieron son similares a 68 °C lo que está dentro de los parámetros establecidos.

Tabla 22-3: Resultados de temperatura de gelatinización de maíz cuzco amarillo (*Zea mays*)

No.	Temperatura de gelatinización (°C)
1	67
2	66
3	67
Promedio	66,66

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Por consiguiente se puede visualizar en la tabla 38-3 la temperatura de gelatinización de maíz cuzco amarillo (*Zea mays*) obtenida al realizar el promedio de tres muestras fue de 66 °C, (Erazo, 2021, p.63) obtuvo una temperatura de gelatinización del almidón de maíz morado en 70.615 °C y (Torres, 2021, p.40) de almidón de papa obtuvo a 68 °C, en su estudio, el valor de temperatura de gelatinización del almidón de yuca propuesto en la técnica de (Tereza, 2007, p.37) empieza de 62°C y culmina a los 68°C, los valores cambian blandamente dependiendo de la especie utilizada, en el presente estudio, los resultados que se obtuvieron son similares a 68 °C lo que está dentro de los parámetros establecidos.

3.1.2.7. Tamaño de granulo

Tabla 23-3: Resultados de tamaño de granulo de la cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*)

um.	(%)
>355	15
355-350	2
350-150	5
<150	78
Total	100

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Al observar los resultados obtenidos de los valores de la tabla 39-3 son independientes de (Pastuizaca, 2020, p.41), que establece que el 99% del almidón obtenido debe transitar por un tamiz de luz de malla 100 y si se utiliza un tamiz de luz de malla de 140 (106 μm) es de 95 % aceptable, en almidón de cáscara papaya (*Carica papaya maradol roja*), no se cumple estos parámetros por lo tanto, el almidón seco debe ser echo polvo para reducir el volumen de partícula indispensable para una película suave y libre de partículas sobre la superficie de la lámina biodegradable.

Tabla 24-3: Resultados de tamaño de granulo de maíz cuzco amarillo (*Zea mays*)

um.	(%)
>355	11
355-350	3
350-150	7
<150	79
Total	100

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Al observar los resultados obtenidos de los valores de la tabla 40-3 son independientes de (Pastuizaca, 2020, p.41), que establece que el 99% del almidón obtenido debe transitar por un tamiz de luz de malla 100 y si se utiliza un tamiz de luz de malla de 140 (106 μm) es de 95 % aceptable, en almidón de maíz cuzco amarillo (*Zea mays*) no se cumple estos parámetros por lo tanto, el almidón seco debe ser echo polvo para reducir el volumen de partícula indispensable para una película suave y libre de partículas sobre la superficie de la lámina biodegradable.

3.1.2.8. Amilosa y Amilopectina

A continuación, se visualiza los porcentajes tanto como para los almidones de la cáscara papaya (*Carica papaya maradol roja*) en la tabla 41-3 y de maíz cuzco amarillo (*Zea mays*) en la tabla 42-3, se obtuvo la relación amilosa/amilopectina donde se determinó la cantidad de amilopectina en almidón mediante la diferencia (100%) con el porcentaje de amilosa otorgado por INIAP.

Tabla 25-3: Contenido de amilosa y amilopectina de la cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*)

Prueba	(%) PAPAYA	Institución
Amilosa	15,80	INIAP
Amilopectina	84,20	INIAP

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

El contenido de amilosa y amilopectina presentes en el almidón de la cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*), son resultados porcentuales de amilosa y amilopectina, dos polisacáridos, que se visualizan en la tabla 41-3, valores otorgados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) muestra que la amilosa total es de 15,80%, quedando un restante de 84,20% de amilopectina, estos valores son menores en comparación con las investigaciones de almidón de oca en un estudio que obtuvo 33,09% de amilosa y 66,91% de amilopectina (Pastuizaca, 2020, p.41), demostrando que el almidón de papaya (*Carica papaya maradol roja*) es un almidón normal tiene un por ciento de amilosa de cerca de 17% a 24% propuestos en la técnica de (Tereza, 2007, p.81) el porcentaje de amilosa y amilopectina depende de los requisitos de acopio, el método de extracción del almidón y el producto a utilizar.

Tabla 26-3: Contenido de amilosa y amilopectina de maíz cuzco amarillo (*Zea mays*)

Prueba	(%) MAÍZ	Institución
Amilosa	21,23	INIAP
Amilopectina	78,77	INIAP

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

El contenido de amilosa y amilopectina presentes en el almidón de maíz cuzco amarillo (*Zea mays*), son resultados porcentuales de amilosa y amilopectina, dos polisacáridos, que se visualizan en la tabla 42-3, valores otorgados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) muestra que la amilosa total es de 21,23%, quedando un restante de 78,77% de amilopectina, estos valores son menores en comparación con las investigaciones de almidón de maíz morado en un estudio que obtuvo 26,09% de amilosa y 73,91% de amilopectina (Erazo, 2021, p.55), demostrando que el almidón de maíz cuzco amarillo (*Zea mays*) es un almidón normal tiene un por ciento de amilosa dentro de 17% a 24% propuestos en la técnica de (Tereza, 2007, p.81) el porcentaje de amilosa y amilopectina depende de los requisitos de acopio, el método de extracción del almidón y el producto a utilizar.

Tabla 27-3: Resumen de ensayos fisicoquímicos del almidón de cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*)

ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS DEL ALMIDÓN DE PAPAYA					
No.	Análisis fisicoquímico	Unidad	Rango estándar	Resultado obtenido	Ensayo
1	Humedad	%	10-13	11,274	(Bianco, 2014 pág. 4)
2	Ceniza	%	<0,12	0,114	(Moreno, 2010 pág. 3)
3	Ind. Solubilidad	%	0,27-12,32	7,92	(INEN) 1456:1986

4	Solubilidad	Adimensional	Presencia de opalescencia	SI	A continuación (INEN) 1456:1986
5	Hipertermia de gelatinización	°C	58,5-70,0	67	(Guamán, 2019 pág. 69)
6	Densidad aparente compacta	g/mL	1,56	2,706	(Manobanda, 2017 pág. 57)
7	Densidad aparente suelto	g/mL	1,56	2,416	(Manobanda, 2017 pág. 57)
8	pH	Adimensional	5,0 y 7,0	6,32	(INEN) 1456:1986
12	Tamaño	%	99	78	(Guamán, 2019 pág. 70)
13	Amilosa	%	25-30%	15,80	(ISO) 6647-1
14	Amilopectina	%	70-75%	84,20	(ISO) 6647-1
15	Hongos	UFC/g	<0,10	0	(FAO, 2007)
16	Coliformes totales	UFC/g	-	0	(FAO, 2007)
17	Mohos y levaduras	UFC/g	1000-5000	0	(FAO, 2007)

Fuente: Guamán, 2019.

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Tabla 28-3: Recopilación de tanteos fisicoquímicos de almidón del maíz amarillo (*Zea mays*)

ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS DEL ALMIDÓN DE MAÍZ					
No.	Análisis fisicoquímico	Unidad	Rango estándar	Resultado obtenido	Ensayo
1	Humedad	%	10-13	11,025	(Bianco, 2014 pág. 4)
2	Ceniza	%	<0,12	0,100	(Moreno, 2010 pág. 3)
3	Ind. Solubilidad	%	0,27-12,32	7,97	(INEN) 1456:1986
4	Solubilidad	Adimensional	Presencia de opalescencia	SI	(INEN) 1456:1986
5	Hipertermia de gelatinización	°C	58,5-70,0	69	(Guamán, 2019 pág. 69)
6	Densidad aparente compacta	g/mL	1,56	1,875	(Manobanda, 2017 pág. 57)
7	Densidad aparente suelto	g/mL	1,56	1,494	(Manobanda, 2017 pág. 57)
8	pH	Adimensional	5,0 y 7,0	6,37	(INEN) 1456:1986
12	Tamaño	%	99	79	(Guamán, 2019 pág. 70)
13	Amilosa	%	25-30%	21,23	(ISO) 6647-1
14	Amilopectina	%	70-75%	78,77	(ISO) 6647-1
15	Hongos	UFC/g	<0,10	0,9	(FAO, 2007)
16	Coliformes totales	UFC/g	-	<10	(FAO, 2007)
17	Mohos y levaduras	UFC/g	1000-5000	0	(FAO, 2007)

Fuente: Guamán, 2019.

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

3.2. Beneficios adquiridos del bioplástico

Tabla 29-3: Determinación del valor de aplicación de formulaciones para bioplástico de cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*)

FORMULACIÓN DEL BIOPLÁSTICO DE CÁSCARA DE PAPAYA (<i>Carica papaya maradol roja</i>)									
Concentraciones variables				Concentraciones constantes				Condiciones de secado	
Almidón (g)	%P/P	Glicerina (mL)	%P/P	Ácido acético (mL)	%P/P	H2O (mL)	%P/P	Tiempo (h)	Temperatura (°C)
4	8,163	3	6,122	2	4,081	40	81,632	24-48	25°C

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

	CA (g)			
Límite alto	4		3	Límite alto
Límite bajo	3,5		2	Límite bajo
			CG (g)	

Ilustración 3-3: Determinación del valor de aplicación de formulaciones para bioplástico de papaya

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Tabla 30-3: Determinación del valor de aplicación de las formulaciones para bioplástico de maíz cuzco amarillo (*Zea mays*)

FORMULACIÓN DEL BIOPLÁSTICO DE MAÍZ CUZCO AMARILLO (<i>Zea mays</i>)									
Concentraciones variables				Concentraciones constantes				Condiciones de secado	
Almidón (g)	%P/P	Glicerina (mL)	%P/P	Ácido acético (mL)	%P/P	H2O (mL)	%P/P	Tiempo (h)	Temperatura (°C)
3,5	7,216	3	6,185	2	4,123	40	82,474	24-48	25°C

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

	CA (g)				
Límite alto	3,5			3	Límite alto
Límite bajo	3			2	Límite bajo
				CG (g)	

Ilustración 4-3: Valores de aplicación de formulaciones para bioplástico de maíz

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

3.2.1. Análisis sensorial del bioplástico

3.2.1.1. Ensayos iniciales usando variables establecidas para bioplásticos

Tabla 31-3: Resultados de ensayos iniciales para la obtención del bioplástico de cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*) y maíz (*Zea mays*)

TRATAMIENTO	Tipo	Concentraciones Variables							Concentraciones Constantes						Forma biopelícula	Facilidad de moldeo
		Almidón papaya (g)	Almidón maíz(g)	p/p (P) (%)	p/p (M) (%)	Glicerina (mL)	p/p (P) (%)	p/p (M) (%)	Ácido acético (mL)	p/p (P) (%)	p/p (M) (%)	H2O (mL)	p/p (P) (%)	p/p (M) (%)		
T1	CA1 CG1	4	3,5	8,33	7,36	3	4,16	4,21	2	4,16	4,21	40	83,33	84,21	SI	SI
T2	CA2 CG2	3,5	3	7,29	6,31	2,5	5,20	5,26	2	4,16	4,21	40	83,33	84,21	SI	SI
T3	CA3 CG3	4	3	8,16	6,25	2	6,12	6,25	2	4,08	4,16	40	83,33	81,63	SI	SI
T4	CA4 CG4	3,5	3,5	7,21	7,21	2	6,18	6,18	2	4,12	4,12	40	82,47	82,47	SI	SI

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

A continuación, se muestra en la tabla 47-3 los ensayos preliminares realizados para los 4 tratamientos de cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*) y para los 4 tratamientos de maíz (*Zea mays*) a la concentración de almidón y plastificante (glicerina) establecidos para la elaboración de las biopelículas los cuales son variables, mientras tanto las cantidades de ácido acético y agua se mantiene constantes para los tratamientos, mediante el vertido en cajas petri o también conocido como la técnica de casting, para posteriormente colocar las muestras en los moldes de 21x30 cm.

3.2.2. Cálculos realizados a los ensayos de bioplástico de cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*) y maíz (*Zea mays*)

3.2.2.1. Cálculos del ensayo de humedad

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 dos ensayos por cada muestra para proceder a promediar los resultados obtenidos, se tomó en cuenta tanto la muestra del TP1 de bioplástico de cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*) obteniendo un porcentaje de humedad de 23,423 como la de bioplástico de cuzco amarillo maíz (*Zea mays*) obteniendo un porcentaje de humedad de 27,193 utilizando la Ecuación 6-2.

$$\% \text{ Humedad TP1} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} * 100$$

$$\% \text{ Humedad TP1} = \frac{0,222 - 0,170}{0,222} * 100$$

$$\% \text{ Humedad TP1} = 23,423$$

$$\% \text{ Humedad TM1} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} * 100$$

$$\% \text{ Humedad TM1} = \frac{0,342 - 0,249}{0,342} * 100$$

$$\% \text{ Humedad TM1} = 27,193$$

3.2.2.2. Cálculo de ensayo de solubilidad

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, se tomó en cuenta tanto la muestra del TP1 de bioplástico de cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*) obteniendo un porcentaje de solubilidad de 58,079, como la de bioplástico TM1 de maíz cuzco amarillo (*Zea mays*) obteniendo un porcentaje de 63,830 utilizando la ecuación 7-2.

$$\% \text{ Solubilidad TP1} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} * 100$$

$$\% \text{ Solubilidad TP1} = \frac{(0,229 - 0,096)}{0,229} * 100$$

$$\% \text{ Solubilidad TP1} = 58,079$$

$$\% \text{ Solubilidad TM1} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} * 100$$

$$\% \text{ Solubilidad TM1} = \frac{(0,282 - 0,102)}{0,282} * 100$$

$$\% \text{ Solubilidad TM1} = 63,830$$

3.2.2.3. Cálculo de ensayo de permeabilidad al vapor

A continuación, para obtener los resultados de permeabilidad al vapor utilizando las ecuaciones 8-2 y 9-2, se realizaron análisis repetidos de dos muestras, el gel de sílica se coloca en un tubo de ensayo, se cubre y se sella con una muestra de bioplástico, un recipiente lleno de agua saturada con cloruro de sodio se coloca en un desecador y se pesa, verificar constantemente la velocidad a la que circula el vapor de agua cada hora de las muestras.

$$WVTR = \frac{Q}{A}$$

$$WVTR = \frac{(28,235 - 28,225)}{6}$$

$$WVTR = \frac{6}{(6 \times 10^{-4} \text{ m}^2)}$$

$$WVTR = 2,777 \frac{g}{h \cdot m^2}$$

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

$$WVP = \frac{(13,611) * 0,163}{0,00317 * (75 - 0)} =$$

$$WVPTPI = 1,899E-5$$

$$WVTR = \frac{Q}{A}$$

$$WVTR = \frac{(27.135 - 27,125)}{6}$$

$$(6 \times 10^{-4} \text{ m}^2)$$

$$WVTR = 2,713 \frac{g}{h \cdot m^2}$$

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

$$WVP = \frac{(2,713) * 0,155}{0,00317 * (75 - 0)} = 5,56 \times 10^{-2}$$

$$WVPTMI = 1,768E-5$$

3.2.2.4. Cálculo de ensayo de biodegradación

Se acoplaron el uso de cámaras digitales (de un teléfono celular, una cámara web o una cámara digital semiprofesional) y un software libre para análisis de imágenes (imageJ), con el fin de determinar el área de la lámina en forma simple, precisa y a bajo costo, se toma una fotografía a la muestra con un límite de referencia para que el programa tenga el valor del área de cada área, se toma una foto a cada una de las muestras cada 7 días, se sube la foto al programa, se analiza los datos en imageJ y dibujar los bordes de las láminas en la fotografía, se observa el valor del área proporcionada por el programa utilizando la ecuación 10-2 tanto para TP1 de bioplástico de cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*) y TM1 de maíz cuzco amarillo (*Zea mays*).

$$\% \text{ Biodegradación TP1} = \frac{\text{área inicial} - \text{área final}}{\text{área inicial}} * 100$$

$$\% \text{ Biodegradación TP1} = \frac{1600 - 1394,401}{1600} * 100$$

$$\% \text{ Biodegradación} = TP1 = 7,987$$

$$\% \text{ Biodegradación TM1} = \frac{\text{área inicial} - \text{área final}}{\text{área inicial}} * 100$$

$$\% \text{ Biodegradación TM1} = \frac{1600 - 1394,401}{1600} * 100$$

% Biodegradación TP1 = 7,987

3.2.3. Resultados de las caracterizaciones físicas y mecánicas de los bioplásticos

3.2.3.1. Ensayo de espesor de las láminas biodegradables

Tabla 32-3: Espesor de las láminas biodegradables de cáscara de papaya

No.	TRATAMIENTO	VARIABLE	REPETICIÓN	ESPESOR (mm)	PROMEDIO (mm)
1	TP1	CA1: CG1	R1	0,2	0,163
2			R2	0,19	
3			R3	0,15	
4			R4	0,11	
5	TP2	CA1: CG2	R1	0,2	0,188
6			R2	0,2	
7			R3	0,17	
8			R4	0,18	
9	TP3	CA2: CG1	R1	0,16	0,173
10			R2	0,16	
11			R3	0,17	
12			R4	0,2	
13	TP4	CA2: CG2	R1	0,2	0,195
14			R2	0,2	
15			R3	0,19	
16			R4	0,19	

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

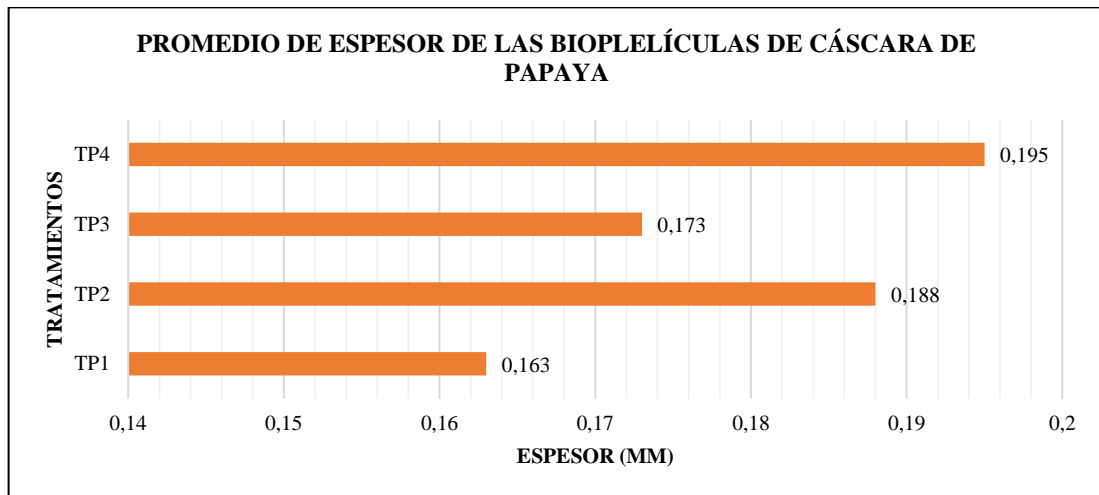


Ilustración 5-3: Promedio de espesor de los 4 tipos de biopelículas de cáscara de papaya

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

La gráfica 3-3 muestra que los resultados de TP1, TP2, TP3, TP4 son inferiores a 0,2 mm, resultados similares a los de la investigación de (Torres, 2021, p.51) donde el espesor de sus biopelículas de cáscara de papa va desde 0,11 hasta 0,30 mm, esta referencia concierne a proporciones de espesor especificado, los resultados se alteran dependiendo de la estructura del bioplástico, en correspondencia con la norma (INEN) 2542:2010 (Placas plásticas. Exigencias), el plástico debe cumplir con una dimensión de espesor no mayor a 0,2 mm para las láminas resultantes, el espesor promedio obtenido de los bioplásticos de cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*) cumplen con las exigencias de la norma (INEN) 2542:2010.

Tabla 33-3: Espesor de las láminas biodegradables de maíz cuzco amarillo (*Zea mays*)

No.	TRATAMIENTO	VARIABLE	REPETICIÓN	ESPESOR (mm)	PROMEDIO (mm)
1	TM1	CA1: CG1	R1	0,17	0,155 A continuación
2			R2	0,16	
3			R3	0,17	
4			R4	0,12	
5	TM2	CA1: CG2	R1	0,17	0,175
6			R2	0,18	
7			R3	0,17	
8			R4	0,18	
9	TM3	CA2: CG1	R1	0,19	0,168
10			R2	0,14	
11			R3	0,15	
12			R4	0,19	
13	TM4	CA2: CG2	R1	0,13	0,150
14			R2	0,15	
15			R3	0,17	
16			R4	0,15	

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

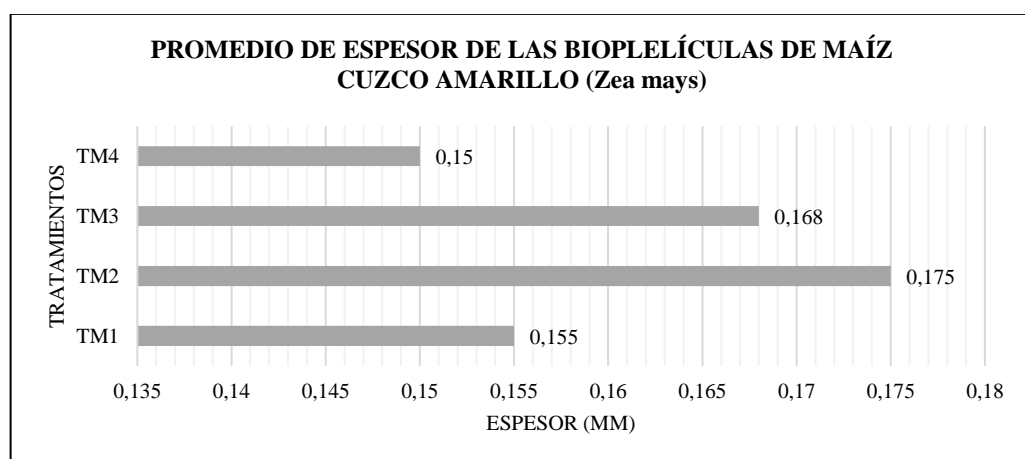


Ilustración 6-3: Promedio de espesor de los 4 tipos de biopelículas de maíz cuzco amarillo (*Zea mays*)

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

La gráfica 4-3 muestra que los resultados de TM1, TM2, TM3, TM4 son inferiores a 0,2 mm, resultados similares a los de la investigación de (Erazo, 2021, p.83) donde el espesor de sus biopelículas de maíz morado va desde 0,1 hasta 0,2 mm, esta referencia concierne a proporciones de espesor especificado, los resultados se alteran dependiendo de la estructura del bioplástico, en correspondencia con la norma (INEN) 2542:2010 (Placas plásticas. Exigencias), el plástico debe cumplir con una dimensión de espesor no mayor a 0,2 mm para las láminas resultantes, el espesor promedio obtenido de los bioplásticos de cáscara de maíz cuzco amarillo (*Zea mays*) cumplen con las exigencias de la norma (INEN) 2542:2010.

3.2.3.2. Ensayo de humedad

Tabla 34-3: Humedad de las láminas biodegradables de cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*)

TRATAMIENTO	VARIABLE	REPETICIÓN	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	HUMEDAD (%)	PROMEDIO (%)
TP1	CA1: CG1	R1	0,222	0,170	23,423	24,609
		R2	0,283	0,210	25,795	
TP2	CA1: CG2	R1	0,219	0,168	23,288	23,335
		R2	0,201	0,154	23,383	
TP3	CA2: CG1	R1	0,216	0,169	21,759	22,301
		R2	0,197	0,152	22,843	
TP4	CA2: CG2	R1	0,211	0,158	25,118	23,642
		R2	0,194	0,151	22,165	

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

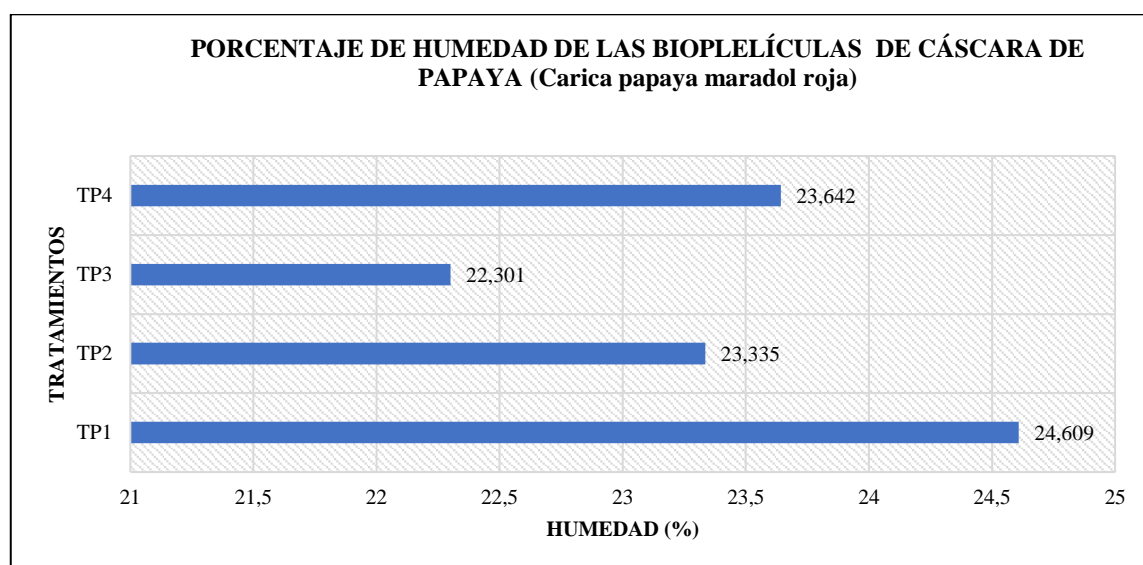


Ilustración 7-3: Porcentaje de humedad de las biopelículas cáscara papaya (*Carica papaya*)

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Se presenta en la gráfica 5-3 el porcentaje de humedad en diversos tratamientos, según la investigación de (Erazo, 2021, p.70) de las biopelículas de cáscara de papa, se demostró que la humedad mínima es de 10.974 y valor máximo de 12,683, valores similares obtenidos en nuestra investigación que van de TP3 22,301 valor inferior a TP4 24,609 valor máximo, este es el porcentaje óptimo a utilizar para recubrimiento de alimentos, de modo que a menor humedad, se evita el crecimiento de hongos y levaduras, y por tanto la descomposición de los alimentos recubiertos.

Tabla 35-3: Humedad de las láminas biodegradables de maíz cuzco amarillo (*Zea mays*)

TRATAMIENTO	VARIABLE	REPETICIÓN	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	HUMEDAD (%)	PROMEDIO (%)
TM1	CA1: CG1	R1	0,342	0,249	27,193	26,291
		R2	0,193	0,144	25,389	
TM2	CA1: CG2	R1	0,224	0,170	24,107	24,951
		R2	0,283	0,210	25,795	
TM3	CA2: CG1	R1	0,219	0,166	24,201	23,158
		R2	0,208	0,162	22,115	
TM4	CA2: CG2	R1	0,255	0,188	26,275	25,638
		R2	0,212	0,159	25,002	

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

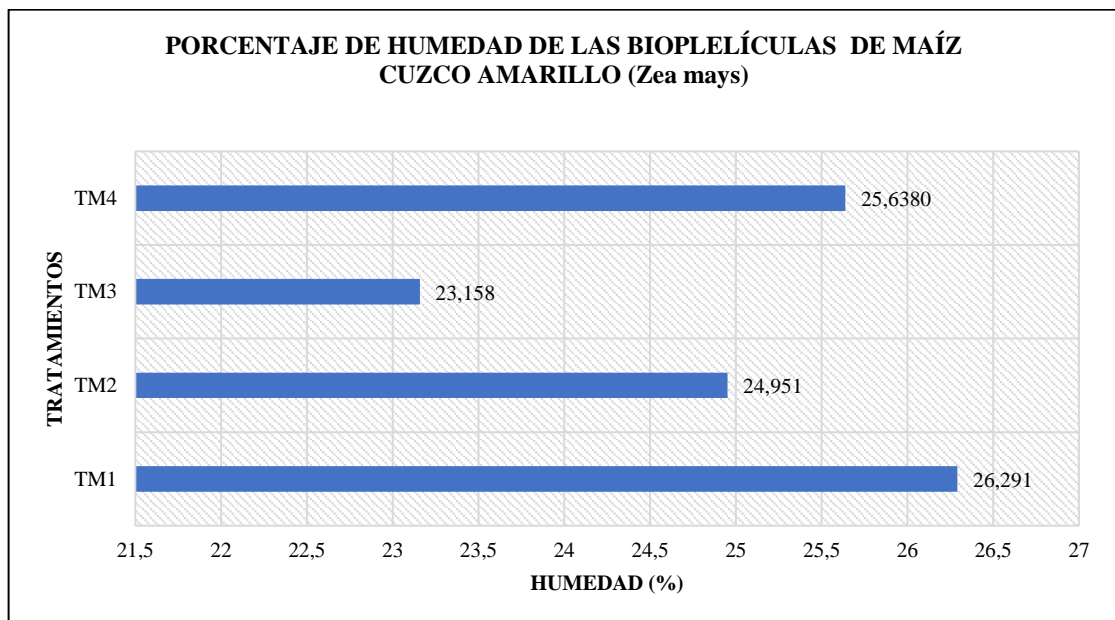


Ilustración 8-3: Porcentaje de humedad de las biopelículas de maíz cuzco amarillo (*Zea mays*)

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Se presenta en la gráfica 6-3 el porcentaje de humedad en diversos tratamientos, según la investigación de (Erazo, 2021, p.70) de las biopelículas de maíz morado, se demostró que la humedad mínima es de 23.062 y el valor máximo es de 35,357 valores similares obtenidos en nuestra investigación que van de TM3 23,158 valor inferior a TM1 26,292 valor máximo, este es el porcentaje óptimo a utilizar para recubrimiento de alimentos, de modo que a menor humedad, se evita el crecimiento de hongos y levaduras, y por tanto la descomposición de los alimentos recubiertos.

3.2.3.3. Ensayo de solubilidad en agua

Tabla 36-3: Solubilidad de las láminas biodegradables de cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*)

TRATAMIENTO	VARIABLE	REPETICIÓN	PESO INICIAL SECO (g)	PESO FINAL SECO (g)	SOLUBILIDAD (%)	PROMEDIO (%)
TP1	CA1: CG1	R1	0,294	0,118	59,863	59,304
		R2	0,303	0,125	58,745	
TP2	CA1: CG2	R1	0,229	0,096	58,078	58,242
		R2	0,226	0,094	58,407	
TP3	CA2: CG1	R1	0,787	0,338	57,052	55,972
		R2	0,889	0,401	54,893	
TP4	CA2: CG2	R1	0,327	0,225	31,192	31,900
		R2	0,322	0,217	32,608	

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

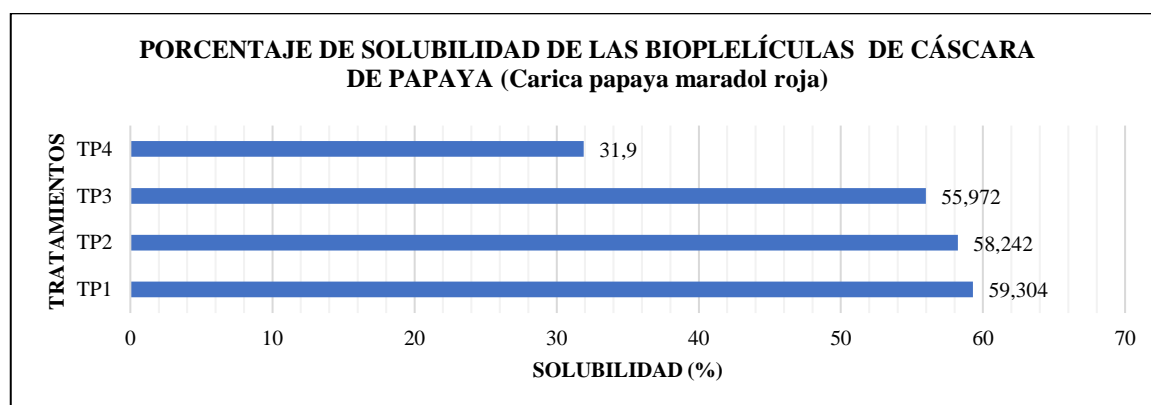


Ilustración 9-3: Solubilidad de biopelículas de cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*)

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

A continuación, en la gráfica 7-3 se muestra los valores de porcentaje obtenidos de solubilidad de las biopelículas de cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*), según la investigación de (Torres, 2021, p.48) de bioplástico de cáscara de papa obtiene un porcentaje de 44,033 como valor bajo y como valor alto 47,849, valores similares a los de resultados cercanos a nuestra investigación que son como valor bajo en TP4 31,9 y valor alto en TP1 59,304, lo que nos dice que los productos con menor porcentaje de glicerina tienen menor porcentaje de solubilidad, lo cual permite que tenga el bioplástico un desempeño aceptable como recubrimiento en frutas.

Tabla 37-3: Solubilidad de las láminas biodegradables de maíz (*Zea mays*)

TRATAMIENTO	VARIABLE	REPETICIÓN	PESO INICIAL SECO (g)	PESO FINAL SECO (g)	SOLUBILIDAD (%)	PROMEDIO (%)
TM1	CA1: CG1	R1	0,118	0,071	39,83	39,915
		R2	0,115	0,069	40,00	
TM2	CA1: CG2	R1	0,675	0,412	38,96	39,270
		R2	0,768	0,464	39,58	
TM3	CA2: CG1	R1	0,174	0,107	38,51	37,415
		R2	0,201	0,128	36,32	
TM4	CA2: CG2	R1	0,217	0,151	30,41	33,625
		R2	0,209	0,132	36,84	

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

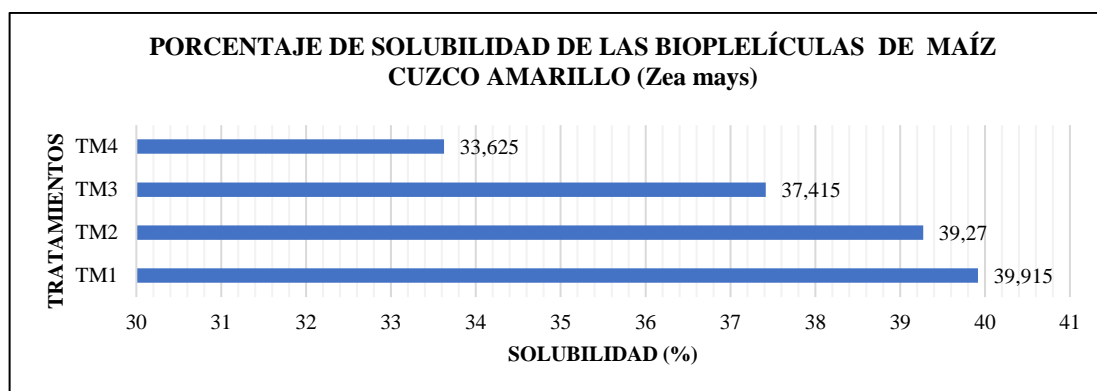


Ilustración 10-3: Porcentaje de solubilidad de las biopelículas de maíz cuzco amarillo (*Zea mays*)

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

A continuación, en la gráfica 8-3 se muestra los valores obtenidos de porcentaje de solubilidad de las biopelículas de maíz cuzco amarillo (*Zea mays*), según la investigación de (Erazo, 2021, p.74), de bioplástico de bioplástico de maíz morado obtiene un porcentaje de 54,454 como valor bajo y como valor alto 71,774, valores similares a los de resultados cercanos a nuestra investigación que son como valor bajo en TM4 33,625 y valor alto en TM1 39,915, lo que nos dice que los productos con menor porcentaje de glicerina tienen menor porcentaje de solubilidad, lo cual permite que tenga el bioplástico un desempeño aceptable como recubrimiento en frutas.

3.2.3.4. Ensayo de permeabilidad al vapor

Tabla 38-3: Datos para el ensayo de permeabilidad al vapor de bioplástico de cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*)

DATOS DE PERMEABILIDAD DE BIOPLÁSTICO DE CÁSCARA DE PAPAYA (<i>Carica papaya maradol roja</i>)																
Tiempo (horas)	TRATAMIENTO															
	TP4				TP3				TP2				TP1			
	R1	R2	R3	P	R1	R2	R3	P	R1	R2	R3	P	R1	R2	R3	P
1	27,222	27,312	26,412	26,982	27,217	27,314	26,410	26,980	29,211	29,226	29,014	29,150	28,414	28,117	28,145	28,225
	27,222	27,312	26,412	26,982	27,217	27,314	26,410	26,980	29,211	29,226	29,014	29,150	28,414	28,117	28,147	28,226
2	27,222	27,312	26,412	26,982	27,217	27,314	26,410	26,980	29,211	29,226	29,014	29,150	28,414	28,117	28,145	28,225
	27,224	27,324	26,424	26,991	27,219	27,317	26,414	26,983	29,215	29,227	29,016	29,153	28,417	28,119	28,149	28,228
3	27,224	27,324	26,424	26,991	27,219	27,317	26,414	26,983	29,215	29,227	29,017	29,153	28,417	28,119	28,149	28,228
	27,231	27,331	26,431	26,998	27,220	27,319	26,416	26,985	29,217	29,229	29,017	29,154	28,419	28,120	28,151	28,230
4	27,231	27,331	26,431	26,998	27,220	27,320	26,416	26,985	29,217	29,229	29,019	29,155	28,420	28,120	28,151	28,230
	27,244	27,344	26,444	27,011	27,221	27,321	26,417	26,986	29,219	29,231	29,020	29,157	28,421	28,121	28,153	28,232
5	27,244	27,344	26,444	27,011	27,221	27,321	26,417	26,986	29,219	29,231	29,020	29,157	28,421	28,121	28,153	28,232
	27,251	27,351	26,451	27,018	27,222	27,323	26,419	26,988	29,222	29,233	29,022	29,159	28,423	28,122	28,155	28,233
6	27,251	27,351	26,451	27,018	27,222	27,323	26,419	26,988	29,222	29,233	29,022	29,159	28,423	28,122	28,155	28,233
	27,264	27,364	26,464	27,031	27,223	27,325	26,421	26,990	29,224	29,235	29,423	29,294	28,425	28,123	28,157	28,235

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Tabla 39-3: Datos para el ensayo de permeabilidad al vapor de bioplástico de maíz cuzco amarillo (*Zea mays*)

DATOS DE PERMEABILIDAD DE BIOPLÁSTICO DE MAÍZ CUZCO AMARILLO (<i>Zea mays</i>)																
Tiempo (horas)	TRATAMIENTO															
	TM4				TM3				TM2				TM1			
	R1	R2	R3	P	R1	R2	R3	P	R1	R2	R3	P	R1	R2	R3	P
1	26,122	26,212	26,412	26,249	26,117	26,214	25,310	25,880	28,111	28,126	28,114	28,117	27,314	27,017	27,045	27,125
	26,122	26,212	26,412	26,249	26,117	26,214	25,310	25,880	28,111	28,126	28,114	28,117	27,314	27,017	27,047	27,126
2	26,122	26,212	26,412	26,249	26,117	26,214	25,310	25,880	28,111	28,126	28,114	28,117	27,314	27,017	27,045	27,125
	26,124	26,224	26,424	26,257	26,119	26,217	25,314	25,883	28,115	28,127	28,116	28,119	27,317	27,019	27,049	27,128
3	26,124	26,224	26,424	26,257	26,119	26,217	25,314	25,883	28,115	28,127	28,117	28,120	27,317	27,019	27,049	27,128
	26,131	26,231	26,431	26,264	26,120	26,219	25,316	25,885	28,117	28,129	28,117	28,121	27,319	27,020	27,051	27,130
4	26,131	26,231	26,431	26,264	26,120	26,220	25,316	25,885	28,117	28,129	28,119	28,122	27,320	27,020	27,051	27,130
	26,144	26,244	26,444	26,277	26,121	26,221	25,317	25,886	28,119	28,131	28,120	28,123	27,321	27,021	27,053	27,132
5	26,144	26,244	26,444	26,277	26,121	26,221	25,317	25,886	28,119	28,131	28,120	28,123	27,321	27,021	27,053	27,132
	26,151	26,251	26,451	26,284	26,122	26,223	25,319	25,888	28,122	28,133	28,122	28,126	27,323	27,022	27,055	27,133
6	26,151	26,251	26,451	26,284	26,122	26,223	25,319	25,888	28,122	28,133	28,122	28,126	27,323	27,022	27,055	27,133
	26,164	26,264	26,464	26,297	26,123	26,225	25,321	25,890	28,124	28,135	28,123	28,127	27,325	27,023	27,057	27,135

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Tabla 40-3: Resultados del ensayo de permeabilidad al vapor de bioplásticos de cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*)

Tiempo (horas)	PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA DEL BIOPLÁSTICO DE CÁSCARA DE PAPAYA (<i>Carica papaya maradol roja</i>) (g/h.m.Mpa)			
	TP1	TP2	TP3	TP4
6	0,00556	0,00123	0,01742	0,00132

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

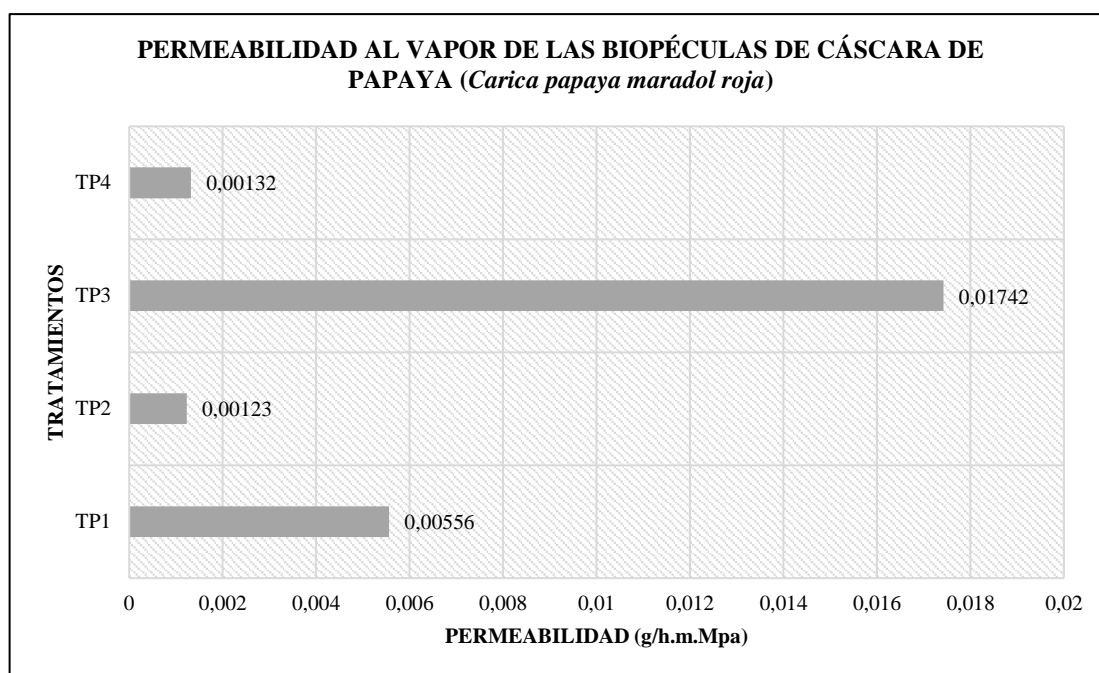


Ilustración 11-3: Permeabilidad al vapor de las biopelículas de cáscara de papaya

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Según (Gavilanes, 2021, p.76), obtuvo resultados en su investigación que van 0,0029 hasta 0,0087 (g/h.m.Mpa), al notar los resultados en la gráfica 9-3, encontramos que el resultado más bajo para el procedimiento TP2 fue 0.00123 (g/h.m.Mpa), valores cercanos a nuestra investigación, esta referencia se adquiere después de 6 horas, en correspondencia el valor de la permeabilidad al vapor de agua da misión de ser lo más diminuto posible debido a que esta propiedad logra el objetivo de evitar la transferencia de humedad entre el alimento y la atmósfera, por lo que se concluye que los resultados de biopelículas obtenidas (TP1, TP2, TP3, TP4), son adecuados como envoltorio. Cabe aludir que en correspondencia a (Erazo, 2021, p.80), los plastificantes alteran son los que alteran la permeabilidad al vapor de agua.

Tabla 41-3: Resultados del ensayo de permeabilidad al vapor de bioplásticos de cáscara de maíz cuzco amarillo (*Zea mays*)

Tiempo (horas)	PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA DEL BIOPLÁSTICO DE MAÍZ CUZCO AMARILLO (<i>Zea mays</i>) (g/h.m.Mpa)			
	TM1	TM2	TM3	TM4
6	0,00529	0,00114	0,00121	0,00102

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

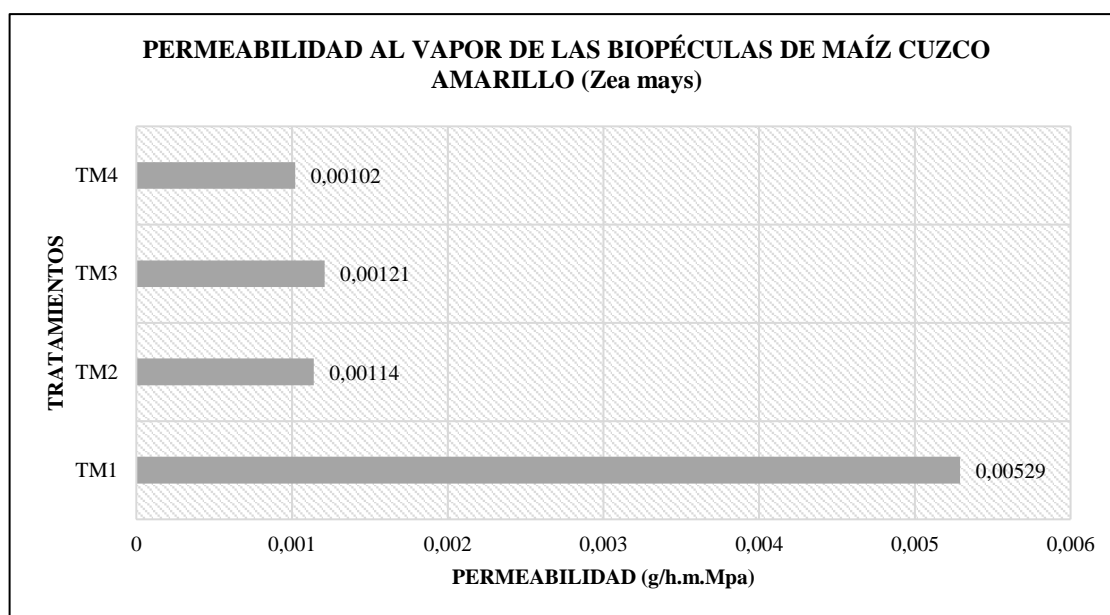


Ilustración 12-3: Porosidad al vapor de las biopelículas

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Según (Erazo, 2021, p.80), obtuvo resultados en su investigación de bioplástico de maíz morado que van 0,142 hasta 0,250 (g/h.m.Mpa), al notar los resultados en la gráfica 10-3, encontramos que el resultado más bajo para el procedimiento TM4 fue 0.00102 (g/h.m.Mpa), valores mayores a nuestra investigación, esta referencia se adquiere después de 6 horas, en correspondencia el valor de la permeabilidad al vapor de agua da misión de ser lo más diminuto posible debido a que esta propiedad logra el objetivo de evitar la transferencia de humedad entre el alimento y la atmósfera, por lo que se concluye que los resultados de biopelículas obtenidas (TM1, TM2, TM3, TM4), son adecuados como envoltorio. Cabe aludir que en correspondencia a (Gavilanes, 2021, p.76), la permeabilidad de la película es importante para los materiales utilizados en la industria del embalaje, ya que está directamente relacionada con la vida útil y la estabilidad del producto empaquetado.

3.2.3.5. Resultados del ensayo mecánico

Tabla 42-3: Resultado del ensayo mecánico de las láminas biodegradables de cáscara de papaya
(*Carica papaya maradol roja*)

No.	Tratamiento	Módulo de elasticidad (Mpa)	Carga de fluencia (N)	Esfuerzo de fluencia (Mpa)	Carga máxima (N)	Esfuerzo máximo (Mpa)	Elongación (%)
1	TP1	2,06E+01	5,50	0,60	15,81	1,91	29,77
2	TP2	2,93E+00	10,06	1,48	22,20	3,24	36,58
3	TP3	1,11E+00	11,92	2,52	28,51	2,88	37,72
4	TP4	5,93E+00	10,11	2,37	12,47	5,61	33,71

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

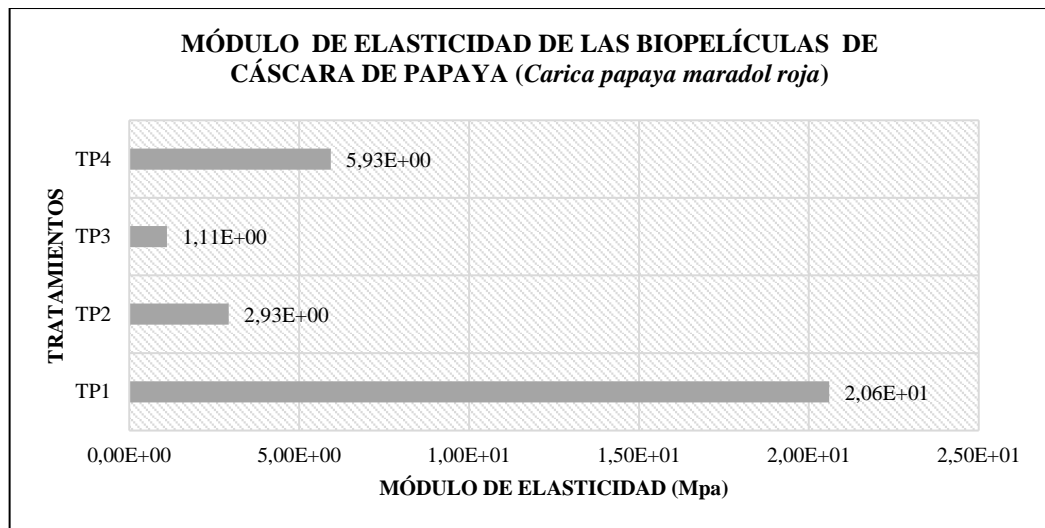


Ilustración 13-3: Módulo de elasticidad de las biopelículas de cáscara de papaya

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

En la gráfica 11-3 muestra la medida de elasticidad, también llamado media de Young, para las láminas TP1, TP2, TP3, TP4: 1.11E+00 MPa a 2.06E+01 MPa. Según (Gavilanes, 2021, p.77), en su investigación tiene resultados que van desde 3,76+00 a 33,44+00 Mpa valores superiores a nuestra investigación con lo que manifiesta que la medida de elasticidad disminuye a medida que aumenta la humedad en la película, siendo TP3 la lámina con mayor contenido de humedad y menor medida de Young, mientras que la lámina TP1 tiene menor contenido de humedad y una más alta medida de elasticidad. A medida que aumenta la cantidad de plastificante, la medida de elasticidad también tiende a disminuir.

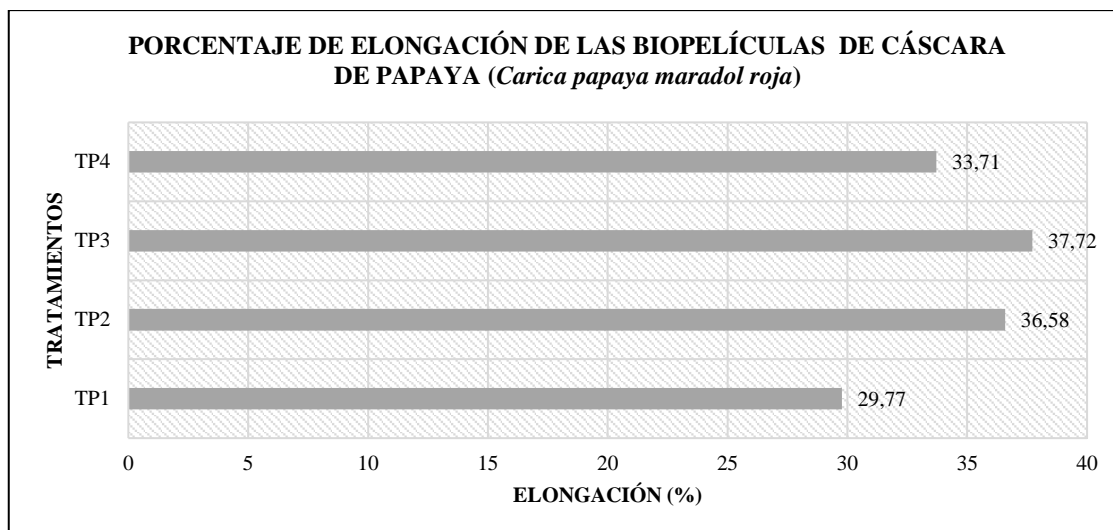


Ilustración 14-3: Porcentaje de elongación de las biopelículas de cáscara de papaya

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

A continuación, en la gráfica 12-3 el % de elongación presenta los siguientes valores: de 29,77 a 37,72. Según (Gavilanes, 2021, p.77) la resistencia a la tracción, la medida de elasticidad baja y la prolongación acrecienta al aumentar las acumulaciones de plastificante por arriba del 15 % en sólidos secos, libremente del tipo de almidón, confirmado en este estudio. Las láminas tienen un mayor % de elongación debido a que su relación almidón a plastificante, tiene plastificante, estas elongaciones también se observan en el estudio (Pastuizaca, 2020, p.55) debido a que la baja relación de amilosa, proporciona la elongación que la glicerina da la flexibilidad de la lámina debido a la presencia de multitud hidroxilo (3-OH) entre las series poliméricas, reduce los enlaces intermoleculares y cambia las características mecánicas.

Tabla 43-3: Resultados del ensayo mecánico de las láminas biodegradables de maíz cuzco amarillo (*Zea mays*)

No.	Tratamiento	Módulo de elasticidad (Mpa)	Carga de fluencia (N)	Esfuerzo de fluencia (Mpa)	Carga máxima (N)	Esfuerzo máximo (Mpa)	Elongación (%)
1	TM1	1,61E+01	9,00	1,02	29,64	2,07	27,57
2	TM2	1,83E+01	8,89	3,30	21,02	1,23	33,08
3	TM3	1,24E+01	9,34	2,36	21,00	2,8	31,15
4	TM4	1,36E+01	8,63	2,20	21,00	2,40	24,86

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

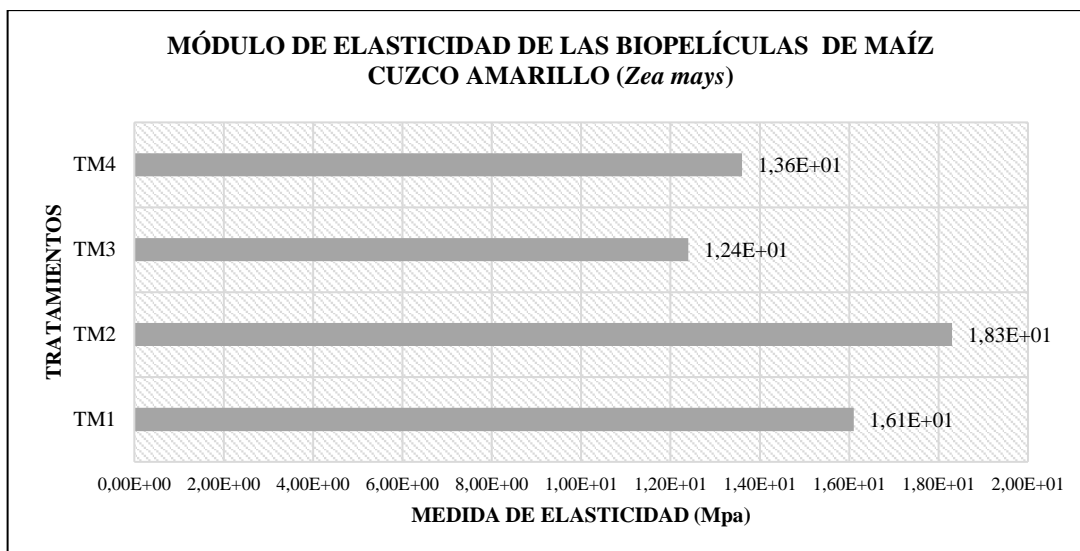


Ilustración 15-3: Medida de elasticidad de las biopelículas de maíz cuzco amarillo (*Zea mays*)

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

En la gráfica 13-3 muestra la medida de elasticidad, también llamado media de Young, para las láminas TM1, TM2, TM3, TM4: 1.24E+01 MPa a 1.83E+01 MPa. Según (Gavilanes, 2021, p.77), en su investigación tiene resultados que van desde 3,76+00 a 33,44+00 Mpa valores superiores a nuestra investigación con lo que manifiesta que la medida de elasticidad disminuye a medida que aumenta la humedad en la película, siendo TM3 la lámina con mayor contenido de humedad y menor medida de Young, mientras que la lámina TM2 tiene menor contenido de humedad y una más alta medida de elasticidad. A medida que aumenta la cantidad de plastificante, la medida de elasticidad también tiende a disminuir.

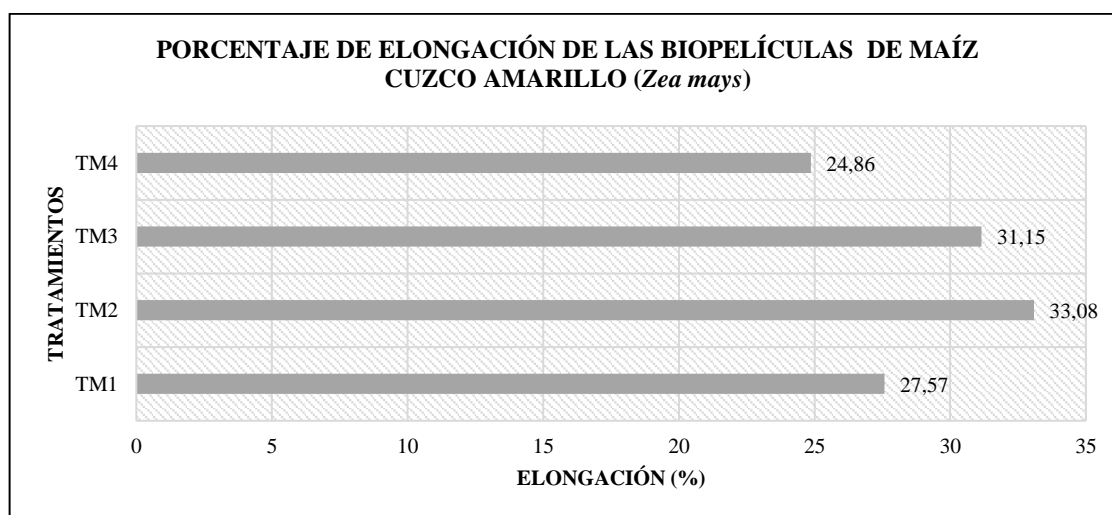


Ilustración 16-3: Porcentaje de elongación de las biopelículas de maíz cuzco amarillo

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

A continuación, en la gráfica 14-3 en el suplemento, el % de elongación presenta los siguientes valores: de 24,86 a 33,08. Según (Guamán, 2019, p.81) la resistencia a la tracción, la medida de elasticidad baja y la prolongación acrecienta al aumentar las acumulaciones de plastificante por arriba del 15 % en sólidos secos, libremente del tipo de almidón, confirmado en este estudio. Las hojuelas tienen un mayor % de elongación debido a que su relación almidón a plastificante tiene una mayor cantidad de plastificante, estas elongaciones también se observan en el estudio (Pastuizaca, 2020, p.55), debido a que la baja relación de amilosa, proporciona la elongación que la glicerina da la flexibilidad de la hojuela debido a la presencia de multitud hidroxilo (3-OH) entre las series poliméricas, reduce los enlaces intermoleculares y cambia las características mecánicas.

3.2.3.6. Ensayo de biodegradabilidad

Tabla 44-3: Ensayo de biodegradabilidad de biopelículas de cáscara de papaya anaerobio

Tratamiento	Área inicial (mm)	Día	Área final (mm)	Biodegradabilidad (%)	% Total de biodegradabilidad
TP1	1600	7	1480,401	7,474	100
		14	747,702	53,268	
		21	435,009	72,811	
		28	100,287	93,732	
		35	0	100	
		42	0	100	
TP2	1600	7	1473,329	7,917	100
		14	766,509	52,093	
		21	281,993	82,375	
		28	92,275	94,232	
		35	0	100	
		42	0	100	
TP3	1600	7	1512,456	7,916	100
		14	988,126	38,242	
		21	419,500	73,781	
		28	102,096	93,619	
		35	0	100	
		42	0	100	
TP4	1600	7	1478,125	7,825	100
		14	834,621	47,836	
		21	325,675	79,645	
		28	97,186	93,925	
		35	0	100	
		42	0	100	

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

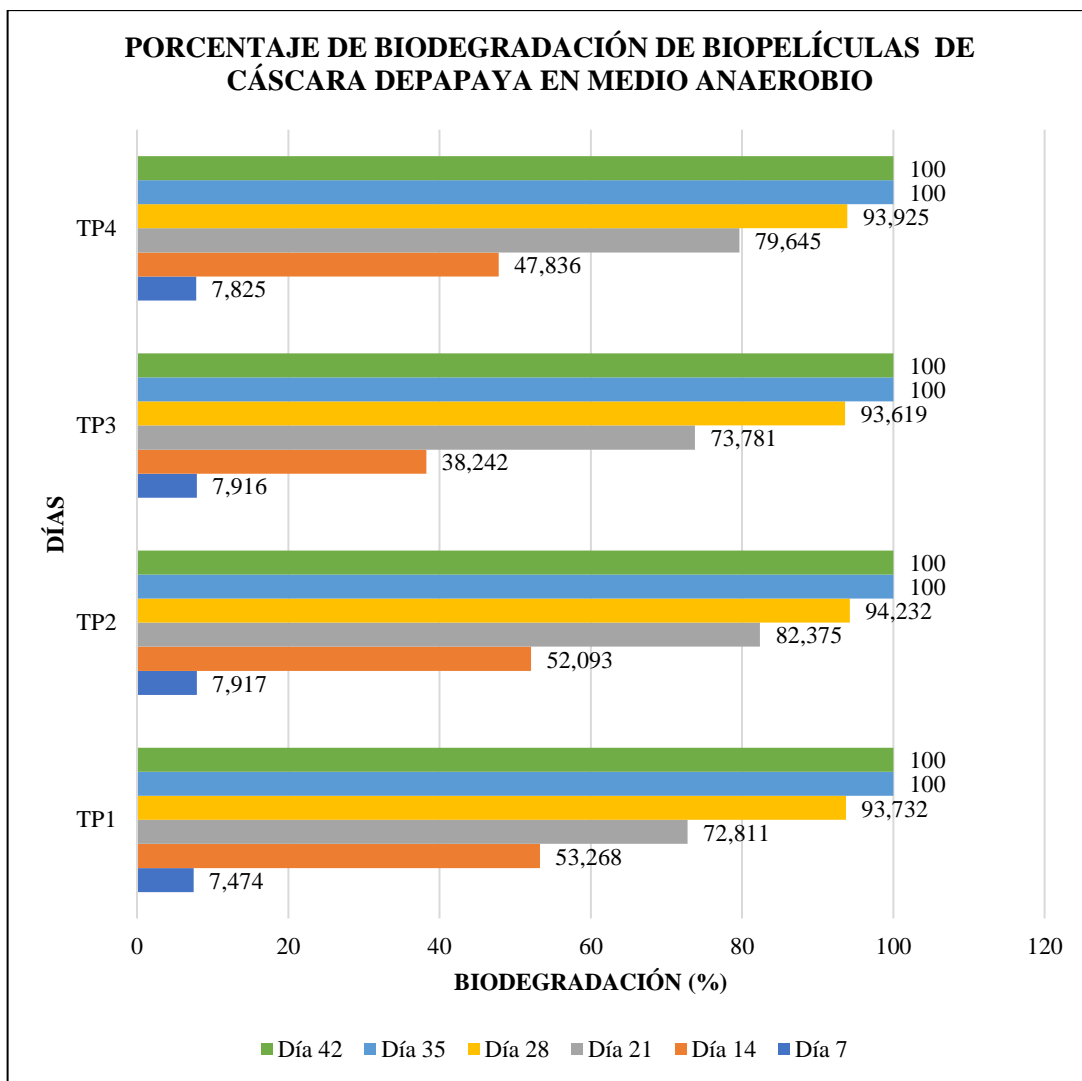


Ilustración 17-3: Porcentaje de biodegradación de las biopelículas de cáscara de papaya anaerobio

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Se presenta a continuación las láminas de la gráfica 15-3 se aprecia la biodegradabilidad de las láminas en agua, lo que confirmó que la lámina es un polímero biodegradable según la norma ASTM D6400, probada a una temperatura ambiente de 22 °C a 25 °C durante 42 días. Se obtuvo 100% de resultados (Pastuizaca, 2020, p.54), obtuvo 29% de degradación en biopelícula de yuca después de 10 días anaerobio, esta diferencia está determinada por el porcentaje, ancho y tipo de glicerol en la lámina, en correspondencia (Gavilanes, 2021, p.78) en su investigación en 28 días consiguió el 84%, el periodo de degradación biológica es de 2-24 meses.

Tabla 45-3: Beneficios de biodegradación de biopelículas de papaya anaerobio

Día 7	Día 14	Día 21
		
Día 28	Día 35	Día 42
	Biodegradabilidad total	Biodegradabilidad total

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Tabla 46-3: Resultados del ensayo de biodegradabilidad de biopelículas de cáscara de papaya aerobio

Tratamiento	Área inicial (mm)	Día	Área final (mm)	Biodegradabilidad (%)	% Total de biodegradabilidad
TP1	1600	7	1581,295	1,169	1,193
		14	1581,204	1,174	
		21	1581,171	1,176	
		28	1581,132	1,179	
		35	1581,102	1,181	
		42	1580,912	1,193	
TP2	1600	7	1584,167	0,989	1,052
		14	1584,141	0,991	
		21	1584,106	0,993	
		28	1583,824	1,011	
		35	1583,514	1,030	
		42	1583,165	1,052	
		7	1583,781	1,013	1,079
		14	1583,569	1,026	
		21	1583,317	1,042	

TP3	1600	28	1583,175	1,055	1,355
		35	1582,961	1,064	
		42	1583,781	1,079	
TP4	1600	7	1579,281	1,294	
		14	1579,107	1,305	
		21	1578,995	1,312	
		28	1578,728	1,329	
		35	1578,502	1,343	
		42	1578,316	1,355	

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2022

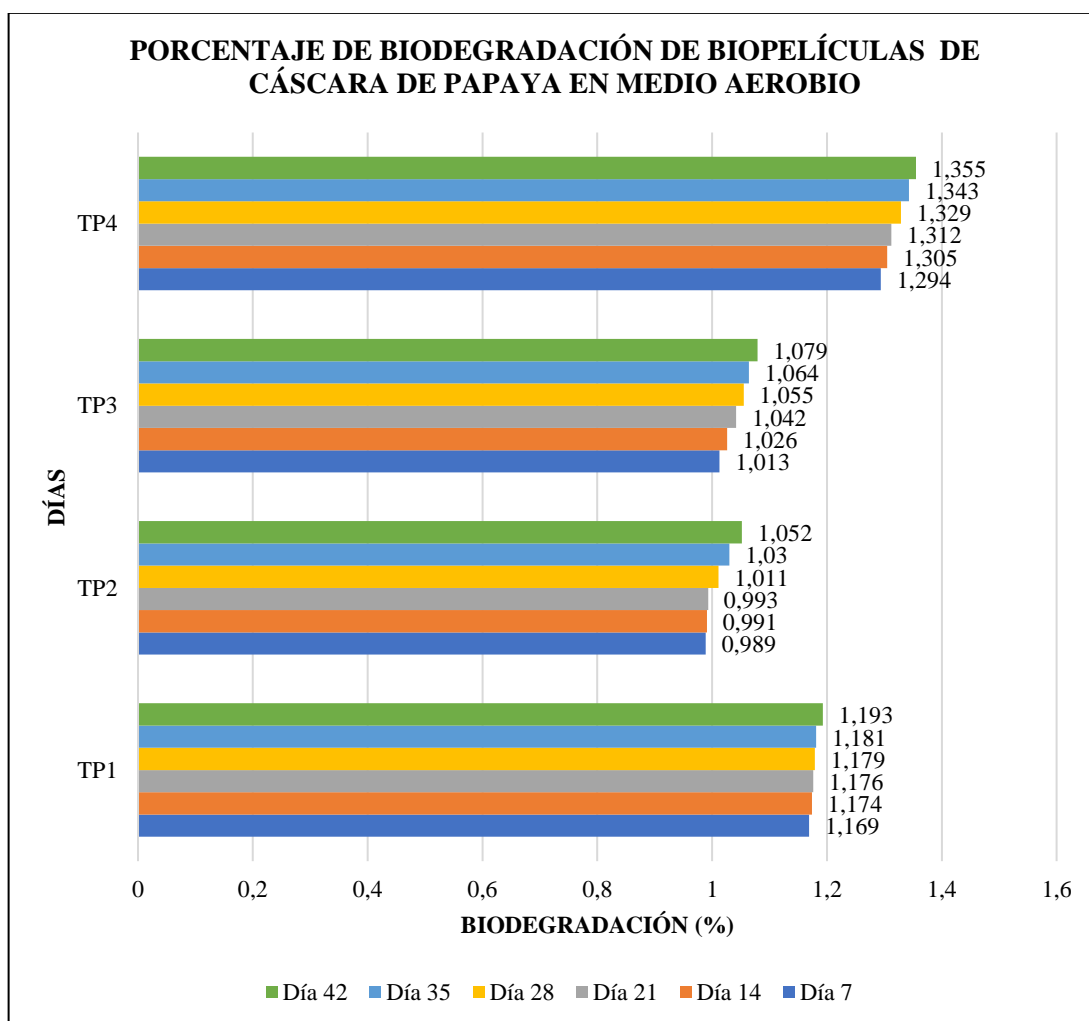


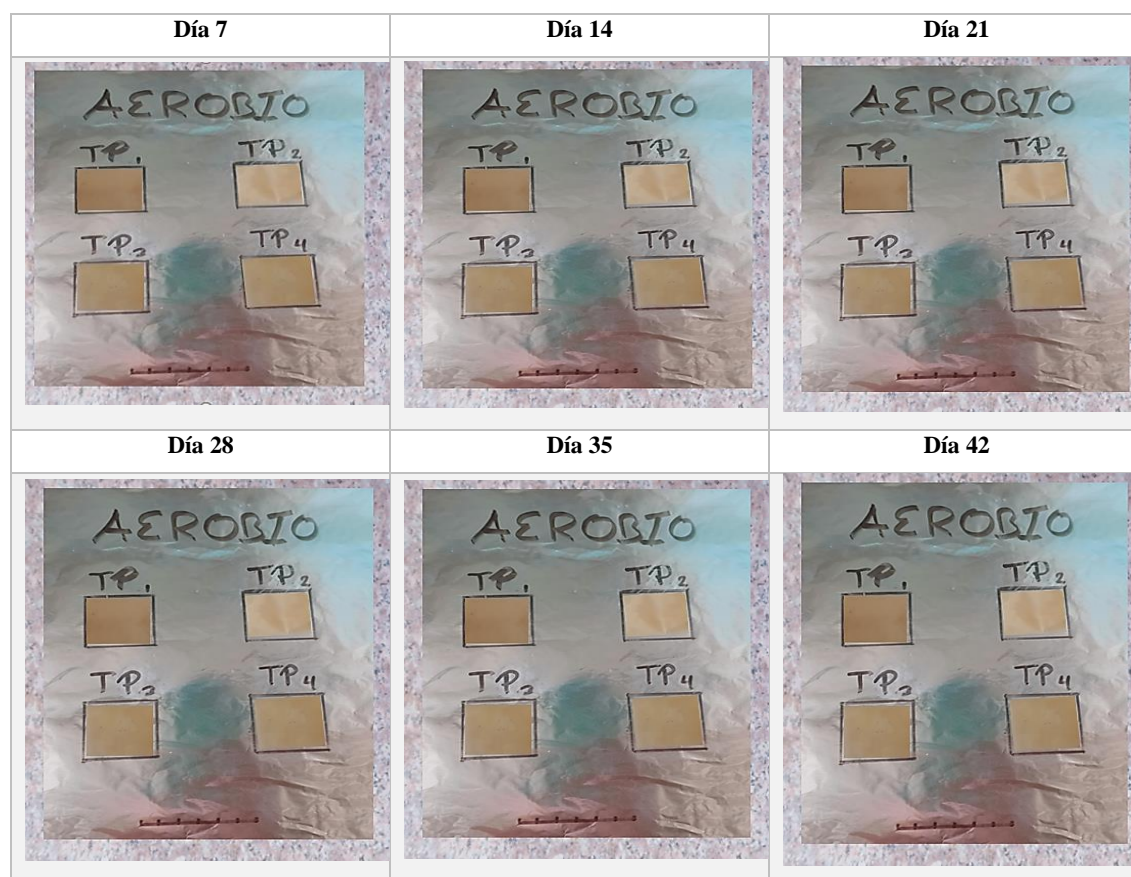
Ilustración 18-3: Porcentaje de biodegradación de las biopelículas de cáscara de papaya aerobio

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

En correspondencia (Pastuizaca, 2020, p.54), con un porcentaje de 20% como máximo, respectivamente, utilizando la prueba de diferencia de peso de 10 días, los resultados de las biopelículas de la gráfica 16-3 se sometieron a biodegradación aeróbica durante 42 días y su porcentaje promedio de pérdida fue comparable al de TP1 (1,193%), TP2 (1,052%), TP3

(1,079%), TP4 (1,355%), (Gavilanes, 2021, p.8) en su estudio obtuvo un porcentaje de biodegradación del 54% a los 28 días, un alto porcentaje asociado a láminas de almidón de cáscara de papaya con TP4 (1,355%), el mayor porcentaje a los 42 días de biodegradación, este dato varía según la región y se determinó la biodegradación independiente de peso. donde no hubo un cambio significativo en la apariencia de la lámina.

Tabla 47-3: Resultados de biodegradación de biopelículas de cáscara papaya aerobio



Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Tabla 48-3: Resultados de biodegradabilidad de biopelículas de cáscara de papaya en tierra agrícola

Tratamiento	Área inicial (mm)	Día	Área final (mm)	Biodegradabilidad (%)	% Total de biodegradabilidad
TP1	1600	7	1469,646	8,147	88,212
		14	1224,365	23,477	
		21	1102,723	31,079	
		28	877,118	45,180	
		35	425,921	73,379	
		42	188,597	88,212	

TP2	1600	7	1503,112	6,055	90,157
		14	1119,215	30,049	
		21	1006,164	37,114	
		28	714,019	55,373	
		35	398,926	75,067	
		42	157,478	90,157	
TP3	1600	7	1497,532	6,404	87,643
		14	1324,470	17,220	
		21	1209,891	24,381	
		28	961,209	39,924	
		35	501,112	68,680	
		42	197,712	87,643	
TP4	1600	7	1475,101	7,806	88,212
		14	1285,461	19,658	
		21	1109,074	30,682	
		28	812,091	49,244	
		35	402,763	74,827	
		42	188,597	88,212	

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

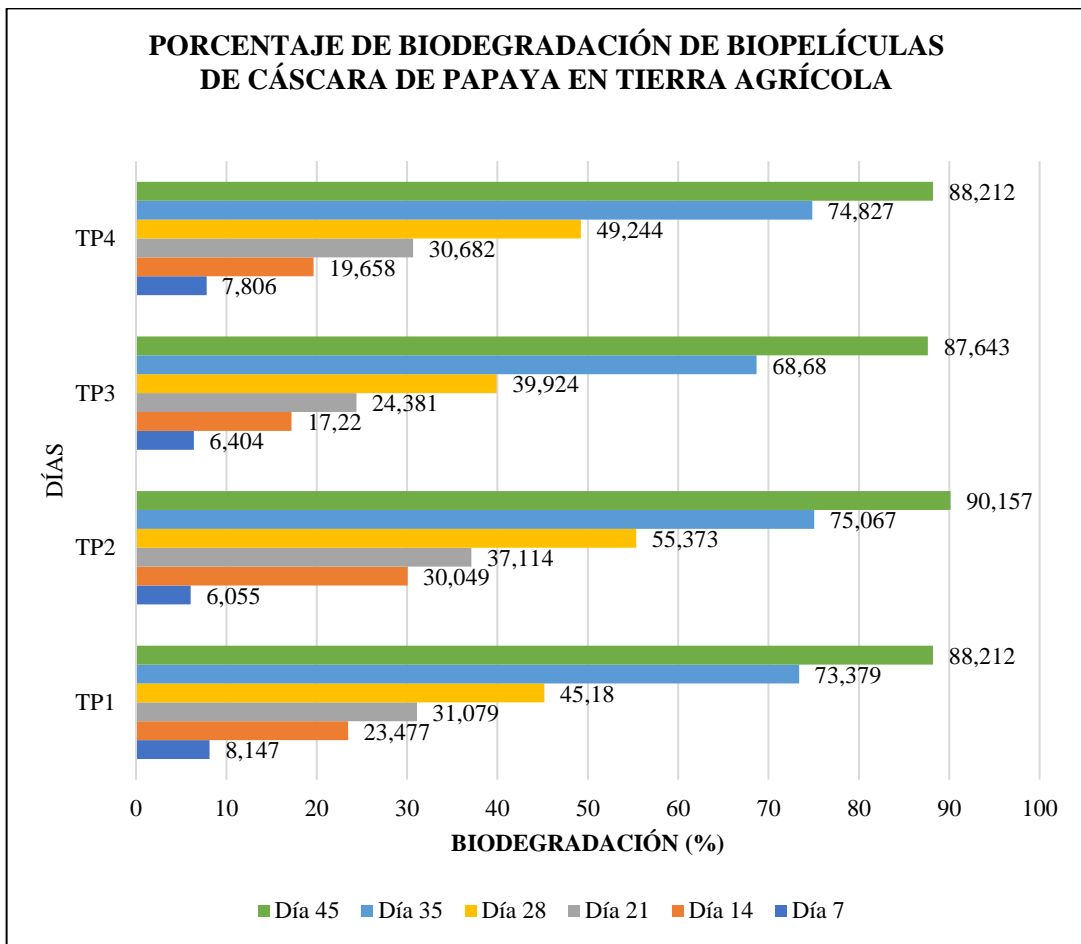


Ilustración 19-3: Porcentaje de biodegradación de las biopelículas de cáscara de papaya en tierra agrícola

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Según (Erazo, 2021, p.88), el porcentaje de velocidad a 22 y 32 °C, la descomposición mayor que obtuvo fue de 94 % dentro de 49 días , estos datos están relacionados con la biodegradación del bioplástico de cáscara de papaya, los resultados de las biopelículas de la gráfica 17-3 muestra el porcentaje de la biodegradabilidad de TP1 degradado (88,21%), TP2 (90,15%), TP3 (87,64%), TP4 (88,21%), que presentan en tierra agrícola, permiten la degradación y pérdida casi completa de la biopelícula, la temperatura y el medio ambiente en el que se produce la biodegradación son agentes que inciden y cambian el valor de diferencia.

Tabla 49-3: Beneficios de biodegradación en tierra agrícola



Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

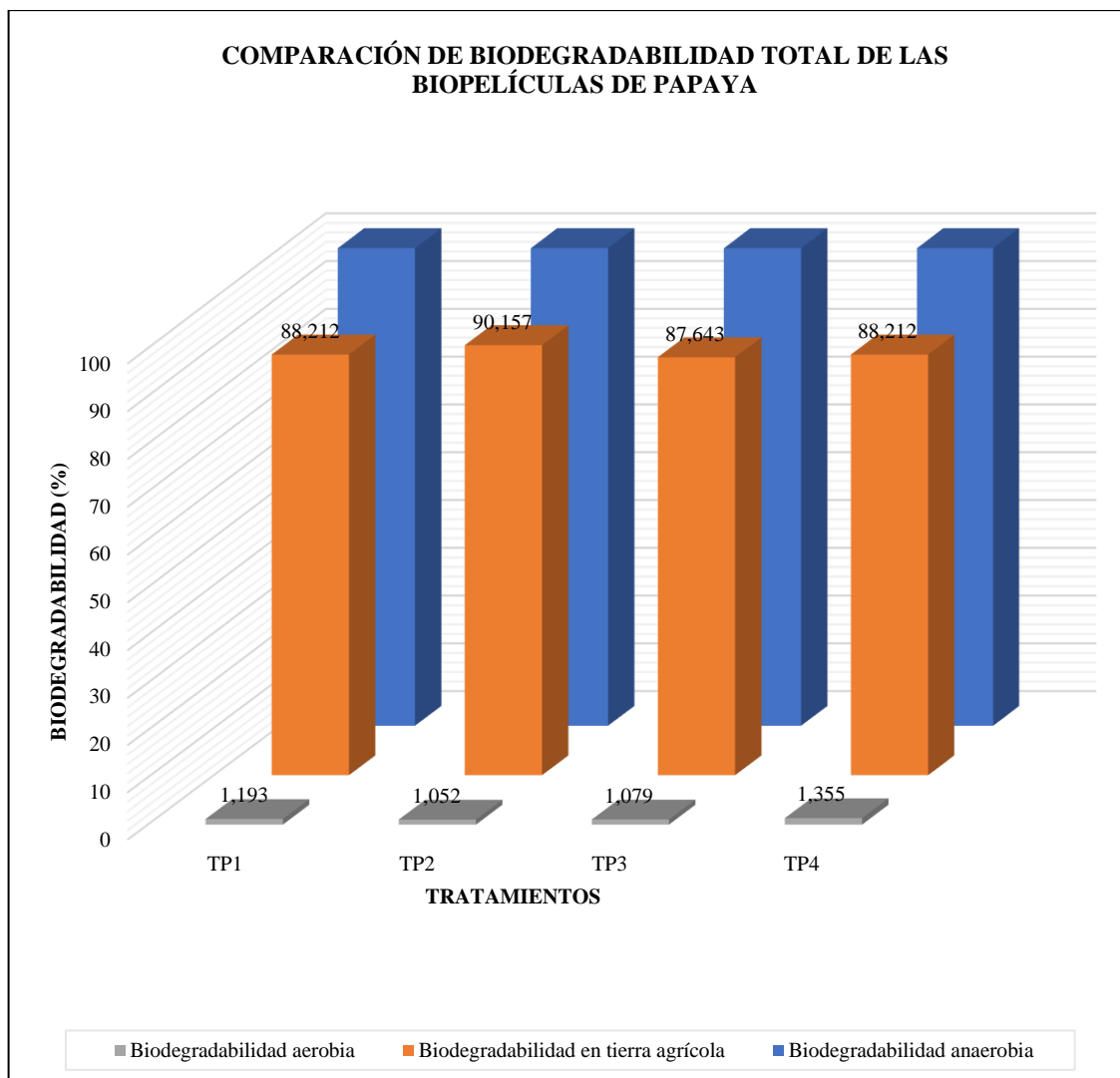


Ilustración 20-3: Biodegradabilidad total de las biopelículas de cáscara de papaya

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Se presenta a continuación, la comparación de los resultados en las tablas 60-3, 62-3 y 64 -3, donde el porcentaje de biodegradación se presentó cada 7 días durante 42 días, todas las biopelículas expuestas a las 3 situaciones diferentes (aeróbicas, anaeróbicas y agrícolas) se degradaron con el tiempo ya que contenían glicerol, pero el porcentaje de cada biopelícula cambió cuando se midió, se apreció que en la tabla 64-3, donde se encontró biopelículas en tierra agrícola, se obtuvo con él por ciento de biodegradación fue mayor en comparación con todos los proceso TP2, con un valor de 90,157 %, seguido del proceso TP4, alineado en ambiente aeróbico, con 1,355 %, y 100 % en medio anaerobio dentro de los 42 días. La tasa de biodegradación está entre 80% y 90% en tierra agrícola, lo que corresponde a (Erazo, 2021, p.88), se logró una biodegradación fue de 94 % dentro de 49 días, los cambios en la degradación se relacionaron con diversas propiedades del almidón y la constitución de la biopelícula.

Tabla 50-3: Resultados del ensayo de biodegradabilidad de biopelículas de maíz anaerobio

Tratamiento	Área inicial (mm)	Día	Área final (mm)	Biodegradabilidad (%)	% Total de biodegradabilidad
TM1	1600	7	1393,850	12,884	100
		14	1102,745	31,078	
		21	825,616	48,399	
		28	419,559	73,777	
		35	103,313	93,542	
		42	0	100	
TM2	1600	7	1478,863	7,571	100
		14	1277,713	20,142	
		21	961,525	39,904	
		28	576,857	63,946	
		35	110,237	93,110	
		42	0	100	
TM3	1600	7	1357,372	15,164	100
		14	1044,011	34,749	
		21	887,761	44,514	
		28	392,851	75,446	
		35	109,979	93,126	
		42	0	100	
TM4	1600	7	1281,765	19,889	100
		14	1009,536	36,904	
		21	712,415	55,474	
		28	298,356	81,352	
		35	111,817	93,011	
		42	0	100	

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

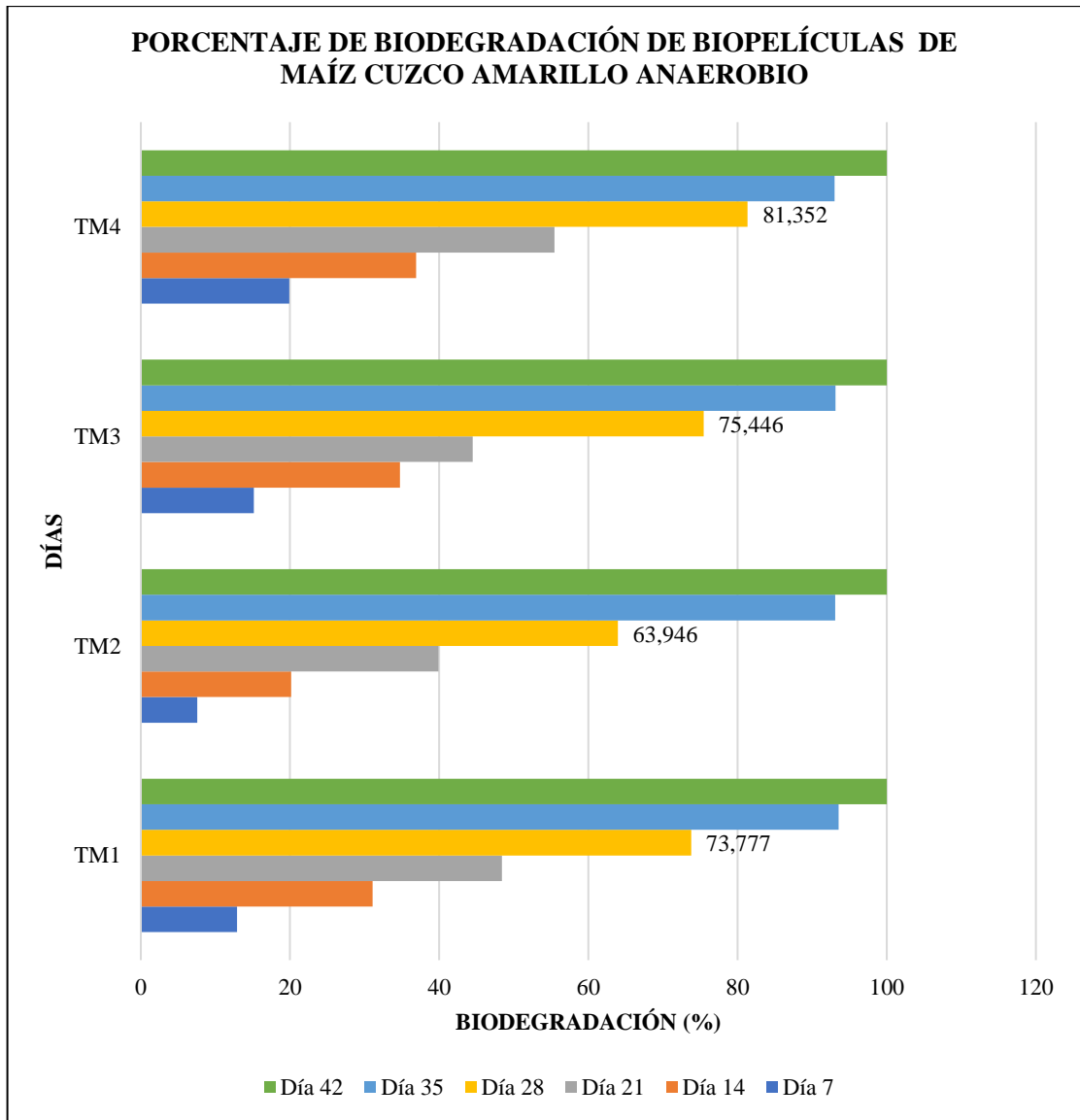



Ilustración 21-3: Porcentaje de biodegradación de las biopelículas de maíz anaerobio

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Se presenta a continuación las láminas de la gráfica 19-3 se aprecia la biodegradabilidad de las láminas en agua, lo que confirmó que la lámina es un polímero biodegradable según la norma ASTM D6400, probada a una temperatura ambiente de 22 °C a 25 °C durante 42 días. Se obtuvo 100% de resultados (Pastuizaca, 2020, p.54), obtuvo 29% de degradación en biopelícula de yuca después de 10 días anaerobio, esta diferencia está determinada por el porcentaje, ancho y tipo de glicerol en la lámina, en correspondencia (Gavilanes, 2021, p.78) en su investigación en 28 días consiguió el 84%, el periodo de degradación biológica es de 2-24 meses.

Tabla 51-3: Resultado de biodegradación de biopelícula de maíz en medio anaerobio

Día 7	Día 14	Día 21
		
Día 28	Día 35	Día 42
		Biodegradabilidad total

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Tabla 52-3: Resultados del ensayo de biodegradabilidad de biopelículas de maíz en medio aerobio

Tratamiento	Área inicial (mm)	Día	Área final (mm)	Biodegradabilidad (%)	% Total de biodegradabilidad
TM1	1600	7	1587,852	1,314	1,356
		14	1568,746	1,320	
		21	1567,627	1,322	
		28	1567,561	1,353	
		35	1567,303	1,355	
		42	1567,256	1,357	
TM2	1600	7	1578,874	1,318	1,522
		14	1577,724	1,328	
		21	1576,563	1,393	
		28	1576,876	1,437	
		35	1576,015	1,501	
		42	1574,738	1,523	
		7	1588,384	1,175	
		14	1581,023	1,184	

TM3	1600	21	1579,872	1,220	1,464
		28	1578,971	1,321	
		35	1578,678	1,326	
		42	1576,681	1,464	
TP4	1600	7	1584,856	1,003	1,050
		14	1584,663	1,013	
		21	1584,415	1,032	
		28	1584,356	1,039	
		35	1584,100	1,049	
		42	1584,001	1,051	

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

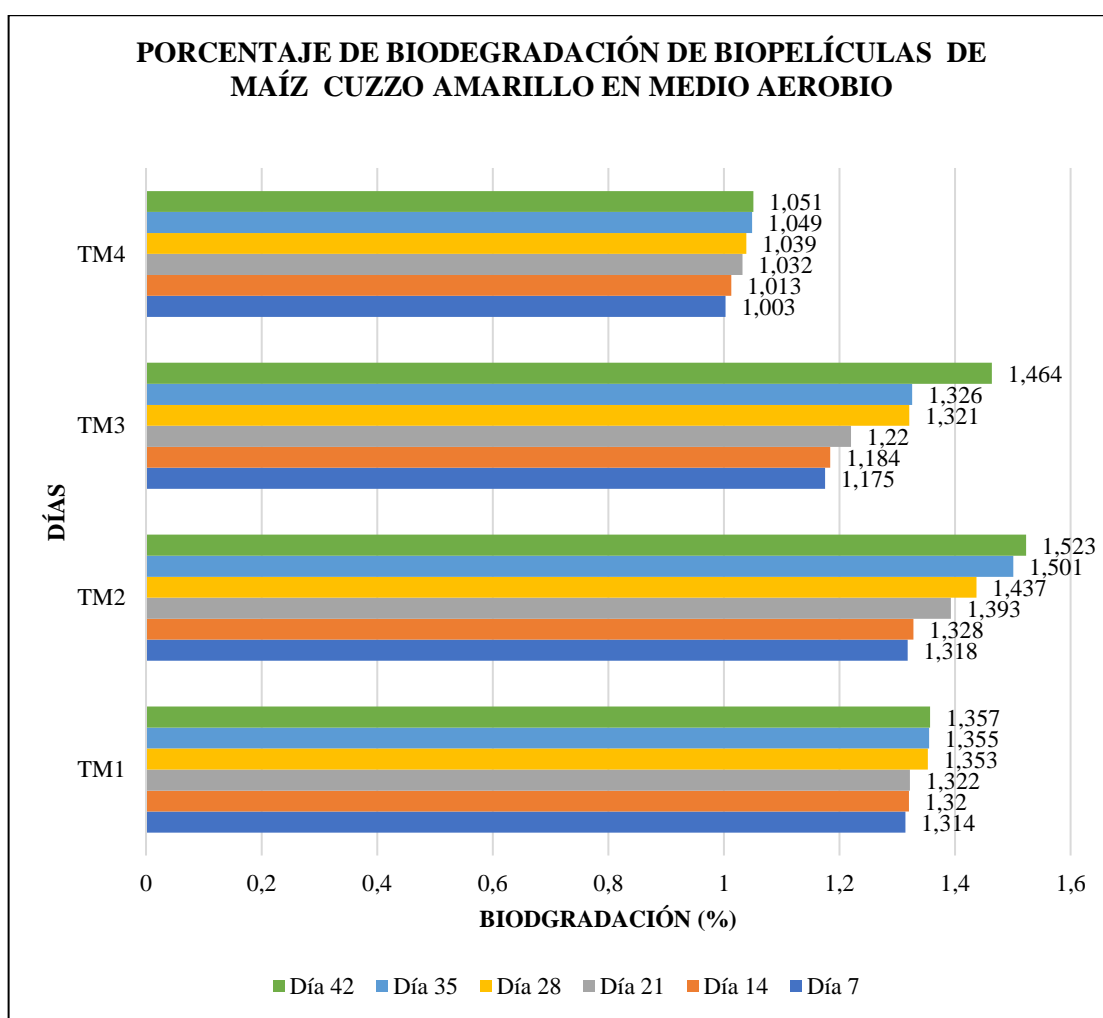


Ilustración 22-3: Porcentaje de biodegradación de las biopelículas de maíz en medio aerobio

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

En correspondencia (Pastuizaca, 2020, p.4), con un porcentaje de 20% como máximo, respectivamente, utilizando la prueba de diferencia de peso de 10 días, los resultados de las biopelículas de la gráfica 20-3 se sometieron a biodegradación aeróbica durante 42 días y su

porcentaje promedio de pérdida fue comparable al de TM1 (1,356%), TM2 (1,522%), TM3 (1,464%), TM4 (1,050%), (Gavilanes, 2021, p.78) en su estudio obtuvo un porcentaje de biodegradación del 54% a los 28 días, un alto porcentaje asociado a láminas de almidón de maíz con TM2 (1,355%), el mayor porcentaje a los 42 días de biodegradación, este dato varía según la región y se determinó la biodegradación independiente de peso. donde no hubo un cambio significativo en la apariencia de la lámina.

Tabla 53-3: Resultado de biodegradación de biopelículas de maíz en medio aerobio

Día 7	Día 14	Día 21
		
Día 28	Día 35	Día 42
		

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Tabla 54-3: Resultados del ensayo de biodegradabilidad de biopelículas de maíz en tierra agrícola

Tratamiento	Área inicial (mm)	Día	Área final (mm)	Biodegradabilidad (%)	% Total de biodegradabilidad
TM1	1600	7	1469,646	8,147	85,744
		14	1402,385	12,350	
		21	1101,351	31,165	
		28	975,571	39,026	
		35	847,640	47,022	
		42	228,096	85,744	
TM2	1600	7	1523,112	4,805	82,290
		14	1472,134	7,991	
		21	1310,228	18,110	
		28	892,878	44,195	
		35	517,123	67,679	
		42	273,280	82,920	
TM3	1600	7	1513,532	5,404	77,827
		14	1487,762	7,014	
		21	1251,238	21,797	
		28	1012,107	36,743	
		35	789,860	50,633	
		42	354,754	77,827	
TM4	1600	7	1475,101	7,806	80,640
		14	1464,741	8,453	
		21	1216,518	23,967	
		28	921,351	42,415	
		35	598,081	62,619	
		42	309,754	80,640	

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

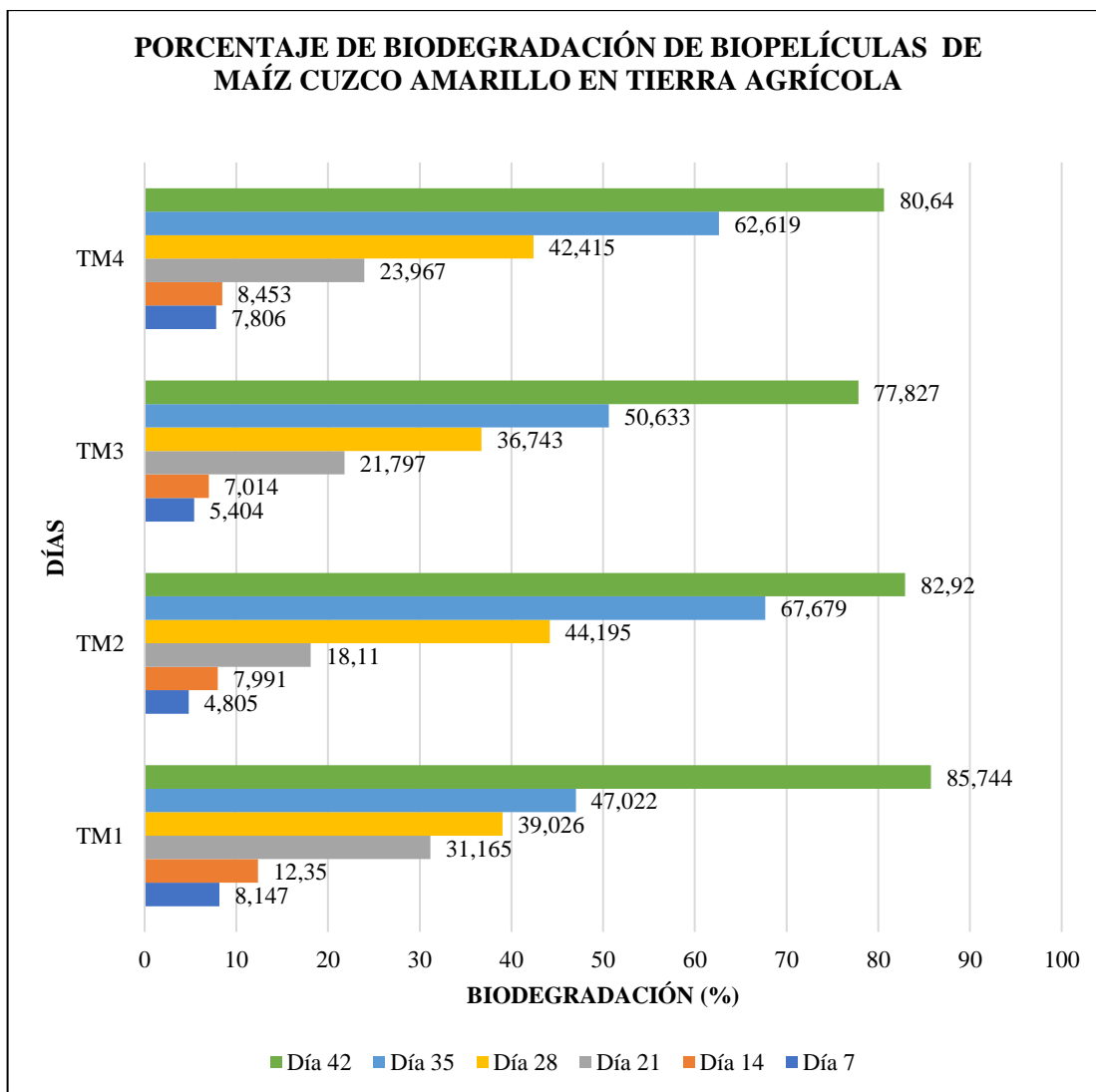


Ilustración 23-3: Porcentaje de biodegradación de las biopelículas de maíz en tierra agrícola

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Según (Erazo, 2021, p.88), el porcentaje de velocidad a 22 y 32 °C, la descomposición mayor que obtuvo fue de 94 % dentro de 49 días, estos datos están relacionados con la biodegradación del bioplástico de maíz cuzco amarillo, los resultados de las biopelículas de la gráfica 21-3 muestra el porcentaje de la biodegradabilidad de TM1 degradado (85,744%), TM2 (82,290%), TM3 (77,827%), TM4 (80,640%), que presentan en tierra agrícola, permiten la degradación y pérdida casi completa de la biopelícula, la temperatura y el medio ambiente en el que se produce la biodegradación son agentes que inciden y cambian el valor de diferencia.

Tabla 55-3: Beneficios de biodegradación de biopelículas de maíz en tierra agrícola



Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

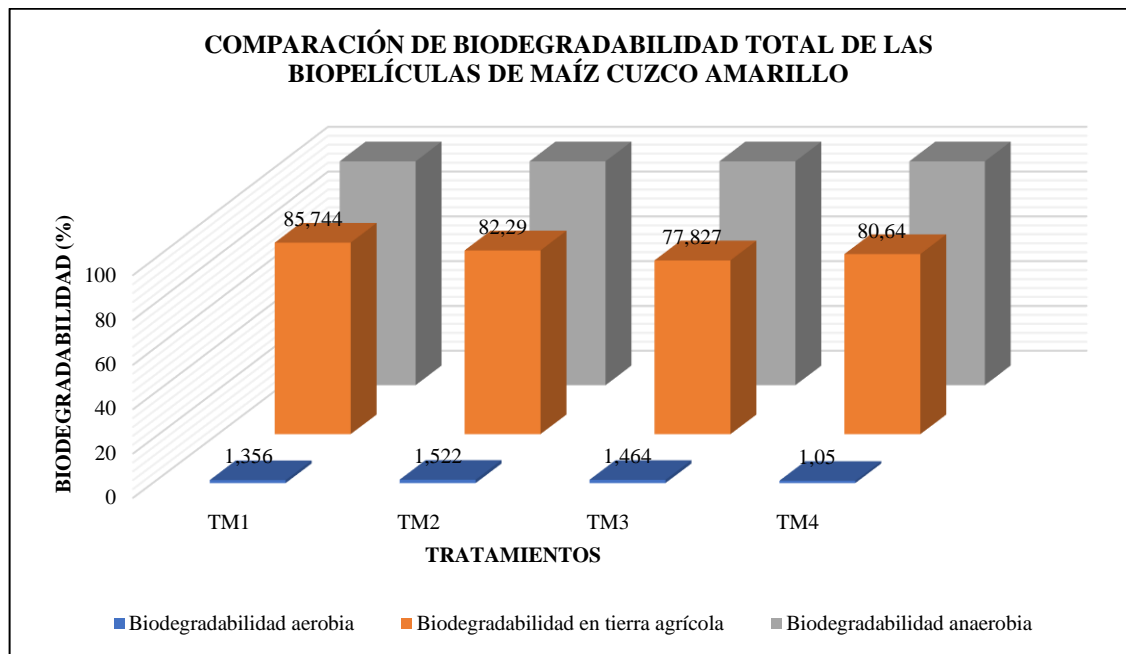


Ilustración 24-3: Biodegradabilidad total de las biopelículas de maíz cuzco amarillo

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Se presenta a continuación, la comparación de los resultados en las tablas 66-3, 68-3 y 70 -3, donde el porcentaje de biodegradación se presentó cada 7 días durante 42 días, todas las biopelículas expuestas a las 3 situaciones diferentes (aeróbicas, anaeróbicas y agrícolas) se degradaron con el tiempo ya que contenían glicerol, pero el porcentaje de cada biopelícula cambió cuando se midió, se apreció que en la tabla 70-3, donde se encontró biopelículas en tierra agrícola, se obtuvo con él por ciento de biodegradación fue mayor en comparación con todos los proceso TM1, con un valor de 85,144 %, seguido del proceso TM1, alineado en ambiente anaeróbico, con 1,522 %, y 100 % en medio anaerobio dentro de los 42 días. La tasa de biodegradación está entre 80% y 90% en tierra agrícola, lo que corresponde a (Erazo, 2021, p.88), se logró una biodegradación fue de 94 % dentro de 49 días, los cambios en la degradación se relacionaron con diversas propiedades del almidón y la constitución de la biopelícula.

3.2.3.7. Estimación del tiempo de vida útil de los alimentos recubiertos con bioplástico



Tabla 56-3: Resultados de estimación del tiempo de vida útil de un alimento

Muestra	Día	Análisis sensorial			% de putrefacción	Temperatura de exposición (°C)	Tiempo de vida útil (Días)
		Color	Olor	Presencia de moho en la superficie			
Uvilla sin envoltura	1	Amarillo	Agradable	NO	0	25	5
	3	Amarillo	Agradable	NO	0		
	5	Amarillo	Agradable	NO	0		
	7	Amarillo con un 25 % en pequeñas zonas blancas	Desagradable	SI	25		
	9	Amarillo con un 50 % en pequeñas zonas blancas	Desagradable	SI	50		
	11	Amarillo con un 90%	Desagradable	SI			

		de zonas blancas en la superficie			90		A continuación
Uvilla con envoltura	1	Amarillo	Agradable	NO	0	25	9
	3	Amarillo	Agradable	NO	0		
	5	Amarillo	Agradable	NO	0		
	7	Amarillo	Agradable	NO	0		
	9	Amarillo	Agradable	NO	0		
	11	Amarillo con 15% de pequeñas zonas blancas	Desagradable	SI	15		







Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Tabla 57-3: Tiempo de vida útil uvilla sin envoltura

Día 1	Día 3	Día 5
		
Día 7	Día 9	Día 11
		

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

Tabla 58-3: Tiempo de vida útil uvilla con envoltura

Día 1	Día 3	Día 5
		
Día 7	Día 9	Día 11
		

Realizado por: Dominguez Manzano, Hamilton, 2023.

A continuación se visualiza en la tabla 73-3 y 74-3 en ambos productos alimenticios, la tabla muestra que los productos alimenticios recubiertos se pueden almacenar durante 9 días en buenas condiciones de consumo, mientras que las muestras expuestas a entornos hostiles se pueden almacenar durante 5 días, al preferir por realizar un análisis de vida útil en tiempo real mediante análisis sensible, la vida útil de los productos alimenticios envueltos en láminas biodegradables se determinó comparándolos con alimentos expuestos diariamente a un ambiente de 25 °C con respecto a los componentes, lo que demuestra la principal y la eficacia del envoltorio de alimentos. (CE) 2073/2005, La temperatura es un factor principal en la protección de los alimentos y la aprobación de la fruta requiere una temperatura inferior a 5°C.

3.3. Prueba de hipótesis

3.3.1. Hipótesis 1

La obtención de almidón natural de papaya y maíz, según el método de extracción por vía húmeda puede variar el porcentaje de rendimiento de los mismos.

La extracción húmeda determina el cambio porcentual en el rendimiento de dos productos (maíz y cáscara de papaya) según lo analizado por la prueba de Tukey en las tablas 7-3. y 8-3 se aprecia que existen diferencias significativas. Este método se usa para el procesamiento de almidón, porque cada método tiene un valor de extracción de almidón y tiempo de licuefacción. Los tratamientos con mayores porcentajes en la tabla 3-3 son TP2 con un resultado de 5,292% y TM2 en la tabla 4-3 con un resultado de 19,489%, estos valores hacen que se puedan obtener las láminas biodegradables, por lo que se puede aceptar esta hipótesis.

3.3.2. Hipótesis 2

Los almidones obtenidos presentan propiedades factibles dentro de los parámetros establecidos para su posterior uso y alternativa para envoltura en alimentos.

Se realizaron ensayos físico-químicos a los almidones extraídos tanto de cáscara de papaya y maíz, todos dentro del rango especificado en la norma (INEN) 1456:1986, estos valores se expresan en las tablas 25-3 y 26-3, por lo que se acepta la hipótesis.

3.3.3. Hipótesis 3

El porcentaje de amilopectina de los almidones de cáscara de papaya y de maíz, jugara un papel importante en la formulación de la biopelícula.

La amilopectina jugara un papel muy notable en la formación de biopelículas, esto se debe a que su estructura molecular puede formar puentes de hidrógeno con plastificantes y agua, tiene forma helicoidal, y su interior (OH) lo que le permite interactuar con el agua, forma puentes en la formación de biopelículas, por lo que se acepta la hipótesis.

3.3.4. Hipótesis 4

La biopelícula obtenida conservara las propiedades organolépticas de un alimento.

Las biofilm obtenidas de formulaciones de (maíz y cáscara de papaya) exhiben una variedad de propiedades físico-mecánicas, como se aprecia en las tablas 29-3, 30-3, 31-3, 33-3 y 34-3, según las características químicas y físicas de los biopolímeros utilizados en la preparación, de estas propiedades determinarán cómo se comporta la envoltura sobre el alimento, es decir, si puede: conservar las características organolépticas y nutricionales únicas del alimento, retrasar el desarrollo de madurez, examinar la tasa de canje de gases, mantener una buena barrera contra el oxígeno, el carbono dióxido, vapor de agua, grasa y aroma; evitando así su daño y prolongando su vida útil, por lo que se acepta la suposición.

CONCLUSIONES

- Mediante extracción por vía húmeda se obtuvo almidón de cáscara de papaya y maíz, utilizando la velocidad RPM (alta y baja) y tiempo de licuefacción de (45 y 60 segundos) en los cuales se obtuvo resultados promedios de rendimientos para el almidón de cascara de papaya (*Carica papaya maradol roja*) de 2,295 a 5,292 y para el maíz cuzco amarillo (*Zea mays*) de 9,267 a 19,489 respectivamente.
- La caracterización de los almidones obtenidos a partir de la cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*) y maíz cuzco amarillo (*Zea mays*) se llevó a cabo por análisis de humedad obteniendo resultados de (10,475% papaya y 10,408% maíz), pH (6,32 papaya y 5,15 maíz), temperatura de gelatinización (69,C papaya y 67 °C maíz) y ceniza (0,113% papaya y 0,113 maíz%), libres de hongos, coliformes totales, moho y levadura, las propiedades físico-químicas analizadas a los almidones obtenidos, varios resultados se encontraron dentro de los parámetros establecidos en la normativa.
- La obtención de bioplásticos se procedió a realizar por medio del diseño factorial 2k con diferentes concentraciones variables de almidón de cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*) y maíz cuzco amarillo (*Zea mays*) y de glicerina, también se utilizó concentraciones constantes de ácido acético y agua, se realizaron cuatro tratamientos con 4 repeticiones correspondientemente.
- La caracterización de las biopelículas obtenidas de los tratamientos y obtenidas de almidón de cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*) y maíz cuzco amarillo (*Zea mays*), a partir de los métodos de ensayo se obtuvieron resultados tales como : Humedad 26,77 1,44%, Solubilidad 10,59}0,01%, Espesor de 0,1 mm , Permeabilidad al vapor de agua 0,0029}0,004 g/h.Mpa.m, Las propiedades de tracción de láminas plásticas delgadas, la biopelícula A6 posee un porcentaje de elongación 72,32}8,15%, en cuanto a la Biodegradabilidad Aerobia se ha degradado en un 28,27% en 28 días cumpliendo su desintegración total en 3 meses, siendo la Biodegradabilidad Anaerobia el método más rápido de desintegración, puesto que se ha degradado en su totalidad a los 28 días, y finalmente para la Biodegradabilidad en el agua, es la biopelícula que se ha degradado en un 32,02% a los 28 días y cumpliendo su desintegración total en 2 meses. Cumpliendo con los requisitos para envolturas biodegradables para alimentos.

- La vida útil de los alimentos recubiertos con biopelículas está determinada por los siguientes factores, análisis sensorial y ambiental, un alimento sin recubrir y el otro recubierto, con uvillas como objeto de investigación, en 11 días, determinar que la biopelícula que cubre las uvillas es de buena calidad, y mantiene la fruta fresca, las propiedades organolépticas no cambian, se ve bien, pero no es permeable al cubrir las uvillas, por lo que no hay que investigar transición de vapor de agua, de esta manera se concluye que las biopelículas formadas por el almidón de la cáscara de papaya (*Carica papaya maradol roja*) y el maíz cuzco amarillo (*Zea mays*) ayuda a conservar la fruta sin alterar sus propiedades.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una licuefacción más con los restantes de la pasta de almidón tanto de cáscara de papaya como de maíz así se obtendrá el almidón restante y aumentará mucho más su rendimiento.
- El secado del bioplástico debe realizarse a temperatura ambiente para obtener mejores resultados en las propiedades y características.
- Incluso si la materia prima (almidón) no contiene coliformes totales y fecales, moho y levadura, se recomienda el análisis microbiológico a las mejores formulaciones de biopelículas obtenidas.
- Para obtener mejores resultados, el bioplástico debe secarse a temperatura ambiente.
- Se debe usar un agente de liberación al momento de retirar la biopelícula de molde para evitar roturas y desperdiciarla.
- Es de vital importancia realizar el control de la temperatura de gelatinización que se cumpla según el almidón a utilizar, para que la mezcla llegue a su temperatura a su vez también así los gránulos de almidón tendrán una estabilidad interna.

BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO, E. “Características del almidón de maíz y relación con las enzimas de su biosíntesis”. *Agrociencia* [en línea], 2013, (Colombia) 2 (3), pp. 3-5 [Consulta: 24 abril 2021]. ISSN3407-6223. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v47n1/v47n1a1.pdf>

ACOSTA, J. *Evaluación del almidón de maíz en la obtención de bioplástico* [En línea]. Bogota : Bionatura, 2018. [Consulta: 20 abril 2021]. Disponible en: <http://bionatura.com/cs-2018.01.01.2.html>

ASQUI, Karla. Producción y Comercialización de Plástico Biodegradable a partir de la Cáscara De Banano en la ciudad de Guayaquil (Trabajo de titulación) [En línea]. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Especialidades Empresariales, Ingeniería en Comercio y Finanzas Internacionales Bilingüe. (Guayaquil-Ecuador). 2020. pp. 16-18. [Consulta: 2021-05-27]. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/3233/1/T-UCSG-PRE-ESP-CFI-146.pdf>

AVELLÁN, A. “Obtención de bioplástico a partir de almidón de maíz”. *Colón* [en línea], 2019, (Ecuador) 7 (1), pp. 2-6 [Consulta: 06 Junio 2021]. ISSN2313-7819. Disponible en: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/215/215974004/html/>

BERNAL, L. “Una nueva visión de la degradación del almidón”. *Ciaulxa* [en línea], 2005, (México) 1 (1), pp. 4-5 [Consulta: 20 abril 2021]. ISSN1405-6690. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/342/34202506.pdf>

BETANCUR, Laura. Estandarización de técnicas para la caracterización química de los plastificantes (Trabajo de titulación) [En línea]. Fundación Universidad de América, Ingeniería Química, Ingenierías. (Bogotá-Colombia). 2018. pp. 28-30. [Consulta: 2021-06-02]. Disponible en: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6757/1/6131071-2018-IQ.pdf>

BIANCO, Hugo. “Determinación de humedad de maíz blanco utilizando un horno de microondas doméstico”. *Inhrrr* [en línea], 2014, (Venezuela) 45 (2), pp. 3-7 [Consulta: 24 julio 2021]. ISSN 0798-0477. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-04772014000200004

BRAVO, Elizabeth. *Los impactos de la explotación petrolera en ecosistemas tropicales y la biodiversidad* [En línea]. Lima : Ecolog, 2007. [Consulta: 22 abril 2021]. Disponible en:

https://www.inredh.org/archivos/documentos_ambiental/impactos_explotacion_petrolera_esp.pdf

CARRIÓN, Pedro. “Análisis de Bioplásticos”. *Ecoemmbes* [en línea], 2009, (España) 3 (5), pp. 5-8 [Consulta: 26 abril 2021]. ISSN1405-6690. Disponible en: https://www.ecoemmbes.com/sites/default/files/archivos_estudios_idi/bioplásticos_resumen_ejecutivo.pdf

CASTELLANOS, Jesús. Técnicas de ensayos físico químico para almidones (Trabajo de titulación) [En línea]. Universidad de los Andes , Ingeniería Agrícola, Agronomía. (Trujillo-México). 2018. pp. 51-92. [Consulta: 2021-06-11]. Disponible en: http://bdigital.ula.ve/storage/pdftesis/pregrado/tde_arquivos/33/TDE-2012-09-19T03:18:11Z-1655/Publico/castellanosjesus.pdf

CHARIGUAMAN, Juan. Caracterización de bioplástico de almidón elaborado por el método de casting reforzado con albedo de maracuyá (*Passiflora edulis* spp.) (Trabajo de titulación) [En línea]. Escuela Agrícola Panamericana, Ingeniería Agrícola, Agronomía. (Zamorano-Honduras). 2015. pp. 19-20. [Consulta: 2021-06-01]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4560/1/AGI-2015-014.pdf>

COBANA, Miguel. “Proceso de extracción de almidón de maíz por vía seca”. *Boliviana* [en línea], 2017, (Bolivia) 24 (1), pp. 3-7 [Consulta: 27 mayo 2021]. ISSN0250-5460. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4263/426339669014.pdf>

FAO. 2007. “El estado mundial de la agricultura y la alimentación”. : *Viale delle Terme di Caracalla* [en línea], 2007, (Italia) 38 (1), pp. 216-224 [Consulta: 28 Julio 2021]. ISSN0251-1371. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a1200s/a1200s.pdf>

GUAMÁN, Jenny. Obtención de plásticos biodegradables a partir de almidón de cascaras de papa para su aplicación industrial (Trabajo de titulación) [En línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ingeniería Química, Ciencias. (Riobamba-Ecuador). 2020. pp. 35-90. [Consulta: 2021-06-04]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/11069/1/96T00540.pdf>

HERMINEZ, Élida. Polímeros [En línea]. Buenos Aires-Argentina : Divav, 2011. [Consulta: 25 abril 2021]. Disponible en: http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/09_Polimeros.pdf

HERNÁNDEZ, Delmar. Análisis de los caracteres cuantitativos y cualitativos del maíz (Trabajo de titulación) [En línea]. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Ingeniería Agrónoma, Agronomía. (Cuahuila-México). 2020. pp. 26-30. [Consulta: 2021-06-18]. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/>

HOLGUIN, Juan. Optimización de las propiedades mecánicas de bioplásticos sintetizados a partir de almidón de maíz. (Trabajo de titulación) [En línea]. Universidad de América, Ingenierías, Química. (Bogotá-Colombia). 2019. pp. 19-20. [Consulta: 2021-05-18]. Disponible en: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7388/1/6132181-2019-1-IQ.pdf>

INEN, 1456:1986. Reactivos para análisis. almidón soluble (para iodometría). *metodos de ensayo.*

INEN, 2542:2010 . Láminas plasticas (requisitos).

ISO, 6647-1. *Determinación del contenido de amilosa.*

JARAMILLO, Juan. *Envases biodegradables: ventajas y desventajas* [blog]. [Consulta: 24 abril 2021]. Disponible en: <https://www.spg-pack.com/blog/envases-biodegradables-pros-y-contras/>

JIMÉNEZ, José. *Manual práctico para el cultivo de la papaya* [En línea]. Guácimo-Costa Rica : Earth, 2002. [Consulta: 27 abril 2021]. Disponible en: <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/90022688.pdf>

LOJA, David. Estudio de la factibilidad financiera y económica para la creación de una planta productora de eco fundas basadas en el bioplástico (Trabajo de titulación) [En línea]. Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, Ingeniería en Contabilidad y Auditoría, Contabilidad y Auditoría. (Cuenca-Ecuador). 2013. pp. 98-99. [Consulta: 2021-05-25]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5205/1/UPS-CT002746.pdf>

LOOR, Carlos. “La producción global de plásticos”. *Greenpeace* [en línea], 2015, (Valencia) 6 (2), pp. 2-3 [Consulta: 21 abril 2021]. ISSN1 602-6320. Disponible en: <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/datos-sobre-la-produccion-de-plasticos/>

LÓPEZ, Dania. “Efecto del método de extracción del almidón sobre sus propiedades físico-químicas”. *Canna* [en línea], 2019, (Colombia) 16 (2), pp. 7-9 [Consulta: 20 mayo 2021].

ISSN2201-2457. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rlsi/v16n2/1794-4449-rlsi-16-02-44.pdf>

LUBIN, David. “El maíz en la nutrición humana”. *fao* [en línea], 1993, (Italia) 1 (2), pp. 2-5 [Consulta: 23 Julio 2021]. ISSN1350-3030. Disponible en: <http://www.fao.org/3/t0395s/T0395S02.htm#Capitulo%201%20Introducci%C3%B3n>

MADRID, Jorge. Bioplástico en la industria el automóvil (Trabajo de titulación) [En línea]. *Tecnica Superior de Ingenieros, Industrial, Mecanica.* (Perú). 2020. pp. 19-20. [Consulta: 2021-05-18]. Disponible en: http://oa.upm.es/65595/1/TFG_JORGE_MANUEL_MADRID_RODRIGUEZ.pdf

MANOBANDA, Nancy. Formulación y caracterización de un almidón elaborado a partir de cultivos de maíz (Trabajo de titulación) [En línea]. *Universidad Técnica de Ambato, Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Ingeniería Bioquímica.* (Ambato-Ecuador). 2017. pp. 55-57. [Consulta: 2021-07-18]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26312/1/AL%20641.pdf>

MARCIAL, María. Extracción, concentración y cuantificación del almidón a partir de la papaya (Trabajo de titulación) [En línea]. *Universidad Técnica de Ambato, Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Ingeniería Bioquímica.* (Ambato-Ecuador). 2011. pp. 74-96. [Consulta: 2021-07-01]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/5226/1/SBQ.16.pdf>

MÓRAN, Susana. “Ecuador, ahogado en basura, está lejos de cumplir las metas de los ODS al 2030”. *Anap* [en línea], 2017, (Quito) 1 (1), pp. 11-12 [Consulta: 22 abril 2021]. ISSN2 602-5321. Disponible en: <https://www.planv.com.ec/historias/sociedad/ecuador-ahogado-basura-esta-lejos-cumplir-metas-ods-al-2030>

MORENO, Mario. “Evaluación de dos métodos de extracción de almidón a partir de cotiledones de mango”. *Bioagro* [en línea], 2010, (Venezuela) 22 (1), pp. 2-7 [Consulta: 17 julio 2021]. ISSN 1316-3361. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612010000100009

NUÑEZ, Petter. Incidencia de sistemas agroforestales en el cultivo de maíz sobre las características hidrofísicas del suelo (Trabajo de titulación) [En línea]. *Universidad Agraria del Ecuador, Agraria, Agronómica.* (Perú). 2020. pp. 128-129. [Consulta: 2021-05-19]. Disponible en:

[https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/NU%C3%91EZ%20MENDOZA%20PETTER%20ANGEL O.pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/NU%C3%91EZ%20MENDOZA%20PETTER%20ANGEL%20O.pdf)

PALACIO, Javier. Aumento del rendimiento en la extracción del almidón a partir del grano de maíz (Trabajo de titulación) [En línea]. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Ingeniería de Alimentos, Ciencias Básicas. (Barranquilla-Colombia). 2012. pp. 40-47. [Consulta: 2021-07-18]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/1668/72286651.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PINTO, Juan. Uso del almidón de yuca para mejoramiento de viscosidad (Trabajo de titulación) [En línea]. Universidad Técnica de Ambato, Ingeniería en Alimentos, Ciencia. (Ambato-Ecuador). 2016. pp. 37-40. [Consulta: 2021-06-09]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3348/3/P85.pdf>

RAMOS , Milton. “Alimentos ciencia e ingeniería”. *Utac* [en línea], 2014, (Ecuador) 22 (2), pp. 30-34 [Consulta: 12 Julio 2021]. ISSN1802-3623. Disponible en: https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/24548/2/Alimentos_22_2_2014.pdf

RODRÍGUEZ, Jesús. “Análisis del crecimiento de un genotipo silvestre de carica papaya l. cultivado ex situ y cv. maradol roja”. *Incab* [en línea], 2015, (Cuba) 36 (3), pp. 95-99 [Consulta: 28 Julio 2021]. ISSN 0258-5936. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193242312013.pdf>

SALK, Jonas. “Alternativas para un planeta sin plástico”. *Bbva* [en línea], 2021, (Canada) 1 (4), pp. 4-6 [Consulta: 24 abril 2021]. ISSN6405-8650. Disponible en: <https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/medioambiente/5-alternativas-para-un-planeta-sin-plastico/>

SAMANIEGO, José. *Biopolímeros: una alternativa a los plásticos derivados del petróleo* [En línea]. Ecuador : Gestion gigital, 2020. [Consulta: 19 abril 2021]. Disponible en: <https://gestion.ec/sociedad-analisis/biopolimeros-una-alternativa-los-plasticos-derivados-del-petroleo>.

SÁNCHEZ, Teresa. “Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca”. *Fao* [en línea], 2017, (Italia) 1 (1), pp. 49-51 [Consulta: 01 julio 2021]. ISSN1020-4334. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a1028s/a1028s.pdf>

VALVERDE, Lia. Diversidad genética y estructura poblacional en razas nativas de maíz (*Zea mays*) (Trabajo doctoral) [En línea]. Universidad de Buenos Aires, Ciencias Biológicas, Biología. (Buenos Aires-Argentina). 2018. pp. 13-90. [Consulta: 2021-05-28]. Disponible en: https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n3766_Lia.pdf

VARELA, Paola. “Obtención de almidón de maíz chulpi (*Zea Mays Amylosaccharata*)”. *Ciencia* [en línea], 2021, (Ecuador) 7 (3), pp. 6-7 [Consulta: 08 agosto 2021]. ISSN1 2477-8818. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i3.2032>

VITERI, Aitziber. Polímeros biodegradables. Importancia y potenciales aplicaciones (Trabajo de Master) [En línea]. Universidad Nacional de Educación a Distancia Máster Universitario en Ciencia y Tecnología Química, Química Inorgánica e Ingeniería Química, Ciencias. (Madrid-España). 2018. pp. 19-20. [Consulta: 2021-06-01]. Disponible en: <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:master-Ciencias-CyTQ>

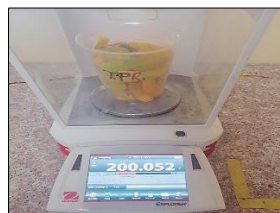
YUNGÁN, Álvaro. Efecto del método de extracción del almidón de mashua (*tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav.) en las características físico químicas y reológicas (Trabajo de titulación) [En línea]. Universidad Técnica de Ambato, Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Ingeniería en Alimentos. (Ambato-Ecuador). 2015. pp. 62-90. [Consulta: 2021-07-13]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/15884/1/AL%20587%20.pdf>

ZAPATA, Mariela. “Obtención de jarabes de fructosa a partir de hidrolizados enzimáticos de almidón de ñame”. *Vitae* [en línea], 2010, (Medellín) 17 (3), pp. 7-8 [Consulta: 20 abril 2021]. ISSN1405-6690. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1698/169815641002.pdf>



ANEXOS

ANEXO A. OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN DE PAPAYA



a)



b)



c)



d)



e)



f)



g)



h)



i)



j)

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:	<p style="text-align: center;">ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p style="text-align: center;">ELABORADO POR: Dominguez Manzano Hamilton Israel</p>	OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN DE MAÍZ		
a) Pesado de la papaya b) Recepción de la materia prima, lavado y libre de impurezas c) Troceado de la papaya d) Licuado de la papaya e) Colado de la papaya f) Decantado del almidón g) Secado del almidón h) Molienda del almidón i) Tamizado del almidón j) Empacado del almidón	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar		LÁMINA	ESCALA	FECHA
					1

ANEXO B. OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN DE MAÍZ



a)



b)



c)



d)



e)



f)



g)



h)



i)



j)

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Dominguez Manzano Hamilton Israel	OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN DE PAPAYA		
a) Pesado del maíz b) Recepción de la materia prima, lavado y libre de impurezas c) Troceado del maíz d) Licuado del maíz e) Colado del maíz f) Decantado del maíz g) Secado del maíz h) Molienda del almidón i) Tamizado del almidón j) Empacado del almidón	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar		LÁMINA	ESCALA	FECHA
			1	1:1	01/02/2022

ANEXO C. ANÁLISIS FISCOQUÍMICO DEL ALMIDÓN DE MAÍZ



a)



b)



c)



d)



e)



f)



g)

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA	ANÁLISIS FISCOQUÍMICO DEL ALMIDÓN DE PAPAYA		
a) Prueba de solubilidad b) Prueba de densidad aparente c) Prueba de humedad d) Prueba de ceniza e) Prueba de pH f) Prueba de temperatura de gelatinización g) Prueba de tamaño de gránulo	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar		LÁMINA	ESCALA	FECHA
		ELABORADO POR: Dominguez Manzano Hamilton Isrrael	1	1:1	01/02/2022

ANEXO D. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL ALMIDÓN DE MAÍZ



a)



b)



c)



d)



e)



f)



g)

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL ALMIDÓN DE MAÍZ		
a) Prueba de solubilidad b) Prueba de densidad aparente c) Prueba de humedad d) Prueba de ceniza e) Prueba de pH f) Prueba de temperatura de gelatinización g) Prueba de tamaño de gránulo	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar	ELABORADO POR: Dominguez Manzano Hamilton Isrrael	LÁMINA	ESCALA	FECHA
			1	1:1	01/02/2022
			1	1:1	01/02/2022

ANEXO E. ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICO DE PAPAYA



a)



b)



c)



d)



e)

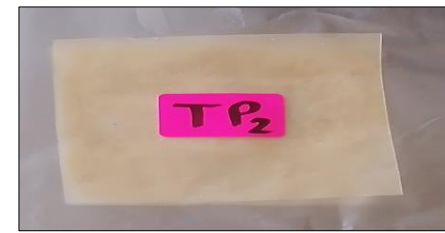
NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA	ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICO DE PAPAYA		
a) Pesado de almidón de papaya b) Materiales c) Agitación de muestra a 400rpm d) Vertido de muestra de en cajas Petri e) Secado de biopelículas al ambiente	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar		LÁMINA	ESCALA	FECHA
		ELABORADO POR: Dominguez Manzano Hamilton Isrrael	1	1:1	01/02/2022



f)



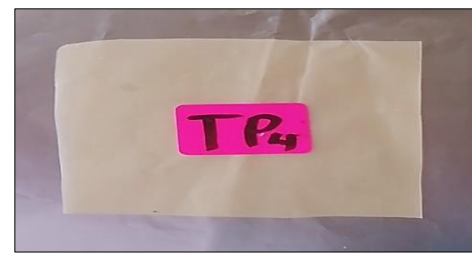
g)



h)



i)



j)

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Dominguez Manzano Hamilton Israel	ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICO DE PAPAYA		
f) Vertido en molde de vidrio g) Bioplástico obtenido TP1 h) Bioplástico obtenido TP2 i) Bioplástico obtenido TP3 j) Bioplástico obtenido TP4	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar		LÁMINA	ESCALA	FECHA
			1	1:1	01/02/2022

ANEXO F. ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICO DE MAÍZ



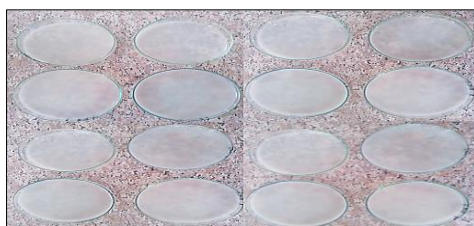
a)



b)



c)



d)



e)

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA	ENSAYOS PARA EL BIOPLÁSTICO DE MAÍZ		
a) Pesado de almidón de maíz b) Materiales c) Agitación de muestra a 400rpm d) Vertido de muestra de en cajas Petri e) Secado de biopelículas al ambiente	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar	ELABORADO POR: Dominguez Manzano Hamilton Israel	LÁMINA	ESCALA	FECHA
			1	1:1	01/02/2022



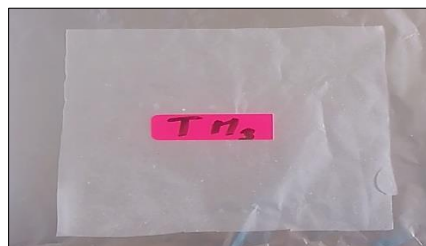
f)



g)



h)



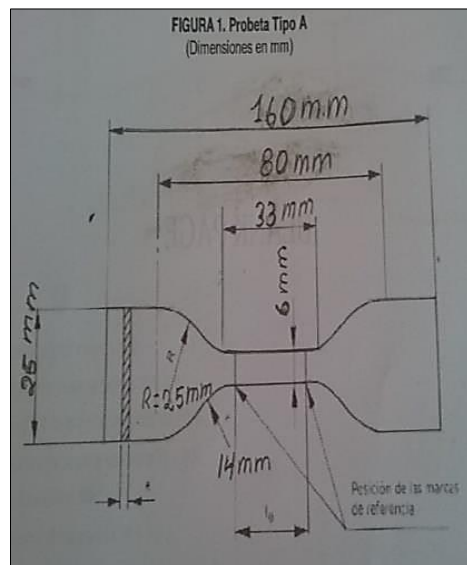
i)



j)

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Dominguez Manzano Hamilton Israel	ENSAYOS PARA EL BIOPLÁSTICO DE MAÍZ		
f) Vertido en molde de vidrio g) Bioplástico obtenido TM1 h) Bioplástico obtenido TM2 i) Bioplástico obtenido TM3 j) Bioplástico obtenido TM4	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar	LÁMINA	ESCALA	FECHA	
		1	1:1	01/02/2022	

ANEXO G. PRUEBAS MECÁNICAS DE TRACCIÓN



a)



b)



c)

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA	PRUEBAS MECÁNICAS DE TRACCIÓN		
a) Probeta tipo A	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar		ELABORADO POR: Dominguez Manzano Hamilton Israel	LÁMINA	ESCALA
b) Equipo de pruebas mecánicas		1		1:1	01/02/2022
c) Prueba mecánica de los bioplásticos					

ANEXO H. ENSAYOS PARA EL BIOPLÁSTICO DE PAPAYA Y MAÍZ



a)



b)



c)



d)



e)



f)



g)

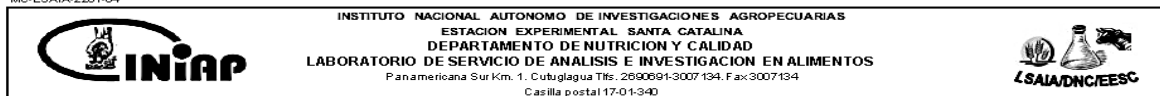


h)

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS</p> <p>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>ELABORADO POR: Dominguez Manzano Hamilton Isrrael</p>	ENSAYOS PARA EL BIOPLÁSTICO DE PAPAYA Y MAÍZ		
<p>a, b) Ensayo de espesor para los bioplásticos</p> <p>c, d) Ensayo de humedad para los bioplásticos</p> <p>e, f, g) Ensayo de solubilidad para los bioplásticos</p> <p>h) Ensayo de permeabilidad al vapor para el bioplástico</p>	<p><input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar</p> <p><input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar</p> <p><input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar</p>		LÁMINA	ESCALA	FECHA
					1

ANEXO I. RESULTADOS DE AMILOSA DE MAÍZ Y PAPAYA

MC-LSAIA-2201-04



INFORME DE ENSAYO No: 21-084

NOMBRE PETICIONARIO: Sr. Hamilton Israel Dominguez Manzano DIRECCIÓN: Riobamba FECHA DE EMISIÓN: 15-04-2021 FECHA DE ANÁLISIS: Del 05 al 14 de abril de 2021	INSTITUCIÓN: Particular ATENCIÓN: Sr. Hamilton Israel Dominguez Manzano FECHA DE RECEPCIÓN: 05/04/2021 HORA DE RECEPCIÓN: 08H20 ANÁLISIS SOLICITADO: Amilosa
---	---

ANÁLISIS	HUMEDAD	AMILOSA ⁹					
METODO	MD-LSAIA-01.01	MD-LSAIA-01.02					IDENTIFICACIÓN
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	Morrissey y Lagueret 1983					
UNIDAD	%	%					
21-0614	10,48	15,08					Almidón de papaya
21-0615	10,40	21,23					Almidón de maíz

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente



**Dr. Iván Samaniego, MSc.
RESPONSABLE TÉCNICO**

RESPONSABLES DEL INFORME




**Ing. Bladimir Ortiz
RESPONSABLE CALIDAD**

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

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

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

a)

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA	RESULTADO DE AMILOSA DE PAPAYA Y MAÍZ		
a) Prueba de amilosa	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar	ELABORADO POR: Dominguez Manzano Hamilton Israel	LÁMINA	ESCALA	FECHA
			1	1:1	01/02/2022

ANEXO J. RESULTADO MICROBIOLÓGICO DEL ALMIDÓN DE PAPAYA



saqmic

LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS
QUÍMICOS Y MICROBIOS EN AGUA Y ALIMENTOS

INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

ANÁLISIS SOLICITADO POR: Sr. Hamilton Domínguez
FECHA DE ENTREGA DE MUESTRA: 16 de noviembre de 2021
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS: 23 de noviembre de 2021
LOCALIDAD: Riobamba

Tipo de Muestra: Almidón de papaya (*Carica papaya maradol roja*)

Determinaciones	Unidades	Método	Resultados
Aerobios mesófilos	UFC/g	Siembra en masa	Ausencia
Coliformes Totales	UFC/g	Siembra en masa	Ausencia
Coliformes Fecales (<i>Escherichia coli</i>)	UFC/g	Siembra en masa	Ausencia
Mohos y levaduras	UFC/g	Siembra en masa	Ausencia

RESPONSABLE:

Dra. Gina Álvarez R.

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS
QUÍMICOS Y MICROBIOS EN AGUA Y ALIMENTOS

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

saqmic

ANEXO K. RESULTADO MICROBIOLÓGICO DEL ALMIDÓN DE MAÍZ



saqmic

LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS
QUÍMICOS Y MICROBIOS EN AGUA Y ALIMENTOS

INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

ANÁLISIS SOLICITADO POR: *Sr. Hamilton Domínguez*
FECHA DE ENTREGA DE MUESTRA: *16 de noviembre de 2021*
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS: *23 de noviembre de 2021*
LOCALIDAD: *Riobamba*

Tipo de Muestra: Almidón maiz (*Zea mays*)

Determinaciones	Unidades	Método	Resultados
<i>Aerobios mesófilos</i>	UFC/g	Siembra en masa	90
Coliformes Totales	UFC/g	Siembra en masa	<10
Coliformes Fecales (<i>Escherichia coli</i>)	UFC/g	Siembra en masa	Ausencia
Mohos y levaduras	UFC/g	Siembra en masa	Ausencia

RESPONSABLE:

Dra. Gina Álvarez R.

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

SAQMIC
Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos

LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS
QUÍMICOS Y MICROBIOS EN AGUA Y ALIMENTOS

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

saqmic

ANEXO L. ENSAYO DE TRACCIÓN TP1



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN



IMFORME DE RESULTADOS

ENSAYO DE TRACCIÓN	Nº1
REALIZADO POR	Hamilton Isrrael Dominguez Manzano
PROYECTO DE TESIS	"SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UN BIOPLÁSTICO ELABORADO A PARTIR DE CÁSCARA DE PAPAYA (Carica papaya maradol roja) Y MAÍZ (Zea mays)"
MATERIAL	PLÁSTICO
TRATAMIENTO	1
REPETICIÓN	1
FECHA DE FABRICACIÓN	2022-14-01
CARACTERÍSTICAS DE COLOR	Marrón opaco
ESPESOR (mm):	0,2
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm ²)	3,1
MODELO DE ELASTICIDAD (MPa)	2,06E+01
CARGA DE FLUENCIA (N)	5,5
ESFUERZO DE FLUENCIA (MPa)	0,6
CARGA MÁXIMA (N)	15,81
ESFUERZO MÁXIMO (MPa)	1,91
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	29,77

Aprobado por

MIGUEL MAURICIO
ALVAREZ MARCHAN

Trabajo desarrollado por MIGUEL MAURICIO
ALVAREZ MARCHAN
Bachiller en Ingeniería Química
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
Laboratorio de Investigación
MIGUEL MAURICIO
Fecha: 2022-14-01

Dr. Mauricio Álvarez

TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN

ANEXO M. ENSAYO DE TRACCIÓN TP2



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN



IMFORME DE RESULTADOS

ENSAYO DE TRACCIÓN	Nº2
REALIZADO POR	Hamilton Isrrael Dominguez Manzano
PROYECTO DE TESIS	"SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UN BIOPLÁSTICO ELABORADO A PARTIR DE CÁSCARA DE PAPAYA (Carica papaya maradol roja) Y MAÍZ (Zea mays)"
MATERIAL	PLÁSTICO
TRATAMIENTO	2
REPETICIÓN	1
FECHA DE FABRICACIÓN	2022-14-01
CARACTERÍSTICAS DE COLOR	Marrón opaco
ESPESOR (mm):	0,17
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm ²)	2,7
MODELO DE ELASTICIDAD (MPa)	2,93E+00
CARGA DE FLUENCIA (N)	10,06
ESFUERZO DE FLUENCIA (MPa)	1,48
CARGA MÁXIMA (N)	22,2
ESFUERZO MÁXIMO (MPa)	3,24
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	36,58

Aprobado por

MIGUEL
MAURICIO
ALVAREZ
MARCHAN

Trabajo elaborado en IMCII
Mauricio Álvarez Marchan
Instituto de Investigación Científica
de la Escuela Superior Politécnica
de Chimborazo
en IMCII: INGENIERÍA
MATERIA
Taller de Investigación de Materiales

Dr. Mauricio Álvarez

TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN

ANEXO N. ENSAYO DE TRACCIÓN TP3



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN



IMFORME DE RESULTADOS

ENSAYO DE TRACCIÓN	Nº3
REALIZADO POR	Hamilton Isrrael Dominguez Manzano
PROYECTO DE TESIS	"SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UN BIOPLÁSTICO ELABORADO A PARTIR DE CÁSCARA DE PAPAYA (Carica papaya maradol roja) Y MAÍZ (Zea mays)"
MATERIAL	PLÁSTICO
TRATAMIENTO	3
REPETICIÓN	1
FECHA DE FABRICACIÓN	2022-14-01
CARACTERÍSTICAS DE COLOR	Marrón opaco
ESPESOR (mm):	0,2
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm ²)	3,1
MODELO DE ELASTICIDAD (MPa)	1,11E+00
CARGA DE FLUENCIA (N)	11,92
ESFUERZO DE FLUENCIA (MPa)	2,52
CARGA MÁXIMA (N)	28,51
ESFUERZO MÁXIMO (MPa)	2,88
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	37,72

Aprobado por

MIGUEL
MAURICIO
ALVAREZ
MARCHAN

Trabajo desarrollado por INEGI
MAURICIO ÁLVAREZ MARCHAN
Redes de Investigación INEG
INSTITUTO VECOR FOMENTO S.A.
INSTITUTO VECOR FOMENTO S.A.
INFORMACIÓN
mauricio@inegi.gov.ec
migel@inegi.gov.ec
marchan@inegi.gov.ec
Fecha: 2023/08/20 11:16:30 AM

Dr. Mauricio Álvarez

TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN

ANEXO O. ENSAYO DE TRACCIÓN TP4



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN



IMFORME DE RESULTADOS

ENSAYO DE TRACCIÓN	Nº4
REALIZADO POR	Hamilton Isrrael Dominguez Manzano
PROYECTO DE TESIS	"SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UN BIOPLÁSTICO ELABORADO A PARTIR DE CÁSCARA DE PAPAYA (Carica papaya maradol roja) Y MAÍZ (Zea mays)"
MATERIAL	PLÁSTICO
TRATAMIENTO	4
REPETICIÓN	1
FECHA DE FABRICACIÓN	2022-14-01
CARACTERÍSTICAS DE COLOR	Marrón opaco
ESPESOR (mm):	0,2
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm ²)	3,00
MODELO DE ELASTICIDAD (MPa)	5,93E+00
CARGA DE FLUENCIA (N)	10,11
ESFUERZO DE FLUENCIA (MPa)	2,37
CARGA MÁXIMA (N)	12,47
ESFUERZO MÁXIMO (MPa)	5,61
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	33,71

Aprobado por

MIGUEL
MAURICIO
ALVAREZ
MARCHAN

Trabajo digitalizado por MACEO
ANÁLISIS Y VALIDACIÓN
Redes de Investigación CIBO + CC
+ INSTITUTO DE LA S. Y ORGANIZACIÓN
CIENCIA Y TECNOLOGÍA
en Alianza con el COTACACHI
MACEO
Fecha: 2023/06/23 14:00:00

Dr. Mauricio Álvarez

TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN

ANEXO P. ENSAYO DE TRACCIÓN TM1



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN



IMFORME DE RESULTADOS

ENSAYO DE TRACCIÓN	Nº1
REALIZADO POR	Hamilton Israel Dominguez Manzano
PROYECTO DE TESIS	"SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UN BIOPLÁSTICO ELABORADO A PARTIR DE CÁSCARA DE PAPAYA (Carica papaya maradol roja) Y MAÍZ (Zea mays)"
MATERIAL	PLÁSTICO
TRATAMIENTO	1
REPETICIÓN	1
FECHA DE FABRICACIÓN	2022-14-01
CARACTERÍSTICAS DE COLOR	Blanco transparente
ESPESOR (mm):	0,12
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm ²)	3,1
MODELO DE ELASTICIDAD (MPa)	1,61E+01
CARGA DE FLUENCIA (N)	9,00
ESFUERZO DE FLUENCIA (MPa)	1,02
CARGA MÁXIMA (N)	29,64
ESFUERZO MÁXIMO (MPa)	2,07
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	27,57

Aprobado por

MIGUEL
MAURICIO
ALVAREZ
MARCHAN

Dr. Mauricio Álvarez

TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN

ANEXO Q. ENSAYO DE TRACCIÓN TM2



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN



IMFORME DE RESULTADOS

ENSAYO DE TRACCIÓN	Nº2
REALIZADO POR	Hamilton Isrrael Dominguez Manzano
PROYECTO DE TESIS	"SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UN BIOPLÁSTICO ELABORADO A PARTIR DE CÁSCARA DE PAPAYA (Carica papaya maradol roja) Y MAÍZ (Zea mays)"
MATERIAL	PLÁSTICO
TRATAMIENTO	2
REPETICIÓN	1
FECHA DE FABRICACIÓN	2022-14-01
CARACTERÍSTICAS DE COLOR	Blanco transparente
ESPESOR (mm):	0,15
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm ²)	3,1
MODELO DE ELASTICIDAD (MPa)	1,83E+01
CARGA DE FLUENCIA (N)	8,89
ESFUERZO DE FLUENCIA (MPa)	3,30
CARGA MÁXIMA (N)	21,02
ESFUERZO MÁXIMO (MPa)	1,23
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	33,08

Aprobado por



MIGUEL
MAURICIO
ALVAREZ
MARCHAN

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
Laboratorio de Investigación
Laboratorio de Investigación
Laboratorio de Investigación
Laboratorio de Investigación
Laboratorio de Investigación
Laboratorio de Investigación

Dr. Mauricio Álvarez

TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN

ANEXO R. ENSAYO DE TRACCIÓN TM3

 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN 	
IMFORME DE RESULTADOS	
ENSAYO DE TRACCIÓN	Nº3
REALIZADO POR	Hamilton Isrrael Dominguez Manzano
PROYECTO DE TESIS	“SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UN BIOPLÁSTICO ELABORADO A PARTIR DE CÁSCARA DE PAPAYA (Carica papaya maradol roja) Y MAÍZ (Zea mays)”
MATERIAL	PLÁSTICO
TRATAMIENTO	3
REPETICIÓN	1
FECHA DE FABRICACIÓN	2022-14-01
CARACTERÍSTICAS DE COLOR	Blanco transparente
ESPESOR (mm):	0,14
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm ²)	30,00
MODELO DE ELASTICIDAD (MPa)	1,24E+01
CARGA DE FLUENCIA (N)	9,34
ESFUERZO DE FLUENCIA (MPa)	2,36
CARGA MÁXIMA (N)	21,00
ESFUERZO MÁXIMO (MPa)	2,8
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	31,15

Aprobado por

MIGUEL MAURICIO ALVAREZ MARCHAN
COORDINADOR DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN

Dr. Mauricio Álvarez

TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN

ANEXO S. ENSAYO DE TRACCIÓN TM4



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN



IMFORME DE RESULTADOS

ENSAYO DE TRACCIÓN	Nº4
REALIZADO POR	Hamilton Isrrael Dominguez Manzano
PROYECTO DE TESIS	“SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UN BIOPLÁSTICO ELABORADO A PARTIR DE CÁSCARA DE PAPAYA (Carica papaya maradol roja) Y MAÍZ (Zea mays)”
MATERIAL	PLÁSTICO
TRATAMIENTO	4
REPETICIÓN	1
FECHA DE FABRICACIÓN	2022-14-01
CARACTERÍSTICAS DE COLOR	Blanco transparente
ESPESOR (mm):	0,15
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm ²)	3,1
MODELO DE ELASTICIDAD (MPa)	1,36E+00
CARGA DE FLUENCIA (N)	8,63
ESFUERZO DE FLUENCIA (MPa)	2,2
CARGA MÁXIMA (N)	21,00
ESFUERZO MÁXIMO (MPa)	2,4
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)	24,86

Aprobado por

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
Facultad de Ciencias
Laboratorio de Investigación
MIGUEL MAURICIO
ÁLVAREZ MARCHAN

Dr. Mauricio Álvarez

TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN



epoch

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: 23 / 01 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Hamilton Isrrael Dominguez Manzano
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Química
Título a optar: Ingeniero Químico
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

0344-DBRA-UPT-2023

