



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA QUÍMICA**

**EVALUACIÓN DE LÁMINAS BIODEGRADABLES  
ENRIQUECIDAS CON ACEITES ESENCIALES PARA EMPAQUE  
DE ALIMENTOS.**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

**QUÍMICA**

**AUTORAS:**

**TANIA YADIRA GUAYLLA LÓPEZ  
YESSENIA CAROLINA JARA TELLO**

Riobamba-Ecuador

2023



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA QUÍMICA**

**EVALUACIÓN DE LÁMINAS BIODEGRADABLES  
ENRIQUECIDAS CON ACEITES ESENCIALES PARA EMPAQUE  
DE ALIMENTOS.**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

**QUÍMICA**

**AUTORAS:** TANIA YADIRA GUAYLLA LÓPEZ

YESSENIA CAROLINA JARA TELLO

**DIRECTOR:** Dr. ROBERT ALCIDES CAZAR RAMIREZ, PhD.

Riobamba - Ecuador

2023

**©2023, Tania Yadira Guaylla López & Yessenia Carolina Jara Tello**

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.

Nosotras, Tania Yadira Guaylla López y Yessenia Carolina Jara Tello, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son verdaderamente originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autoras asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 16 de junio de 2023



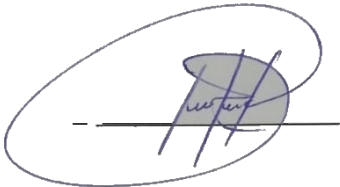


**Tania Yadira Guaylla López**  
**C.I. 060478668-1**



**Yessenia Carolina Jara Tello**  
**C.I. 0604154872**

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

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DE LÁMINAS BIODEGRADABLES ENRIQUECIDAS CON ACEITES ESENCIALES PARA EMPAQUE DE ALIMENTOS**, realizado por las señoritas: **TANIA YADIRA GUAYLLA LÓPEZ** y **YESSENIA CAROLINA JARA TELLO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Linda Mariuxi Flores Fiallos, MSc. <b>PRESIDENTA DEL TRIBUNAL</b>		2023-06-16
Dr. Robert Alcides Cazar Ramirez, PhD. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-06-16
Dr. Carlos Pilamunga Capus, PhD. <b>ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-06-16

## DEDICATORIA

Primero a Dios ya que sin el nada de esto sería posible, a mis padres que a pesar de tantas dificultades me han apoyado y confiado en mi incondicionalmente, a mi todos mis hermanos Mauricio, Yessenia, Mónica, David que siempre han estado ahí en los momentos más difíciles para sacarme una sonrisa, en especial a mi hermano Jonatan ya que ha sido un motor primordial en mi vida, por siempre guiarme por el buen camino y hacerme saber que a pesar que las cosas estén difíciles siempre hay un motivo por el cual luchar y seguir adelante, a mi sobrina Arleth que me motiva cada día más a superarme y ser un buen ejemplo para ella, al resto de mi familia de parte de mi madre ya que ellos han sido un apoyo moral muy importante para mí y me hacen sentir orgullosa de la persona que soy.

Tania

A mi Dios por permitirme culminar esta etapa tan esperada con salud y sabiduría, al ser más maravilloso que llego a mi vida mi hija por ser mi motor para seguir dándolo todo, a mi querido padre porque sin la ayuda de él no hubiera podido culminar con esta etapa de mi vida, a mi madre por la ayuda que me dio con la educación y crianza de mi hija, a mis hermanos porque siempre estuvieron para levantarme cuando decaía, a mis abuelitos porque siempre creyeron en mi e inculcaron valores y enseñanzas, a mi querida familia porque me han guiado a través de su ejemplo, dedicación para así poder enfrentar adversidades presentes en el camino y llegar a ser grande en la vida.

Yessenia

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Facultad de Ciencias, Carrera de Química por habernos acogido y preparado a lo largo de toda nuestra vida universitaria, de igual manera a todos y cada uno de los ingenieros que día a día nos han impartido sus conocimientos y nos han dado los instrumentos necesarios para el perfeccionamiento de la carrera. A nuestros familiares de parte a parte por habernos criado con esos valores de lucha y enseñarnos que en esta vida no hay que rendirse, a nuestros amigos Kerlyn, Katty, Nere, Julio, Johana, Eliana y Wilson que recorrieron toda esta etapa de logros, caídas, de todo un poco gracias por haber sido parte y no dejarnos solos. A nuestro tutor de tesis Dr. Robert Cazar por ser como un segundo padre y brindarnos esa confianza que necesitábamos para poder seguir, por toda la paciencia que nos tubo para obtener unos excelentes resultados de este trabajo de integración curricular ya que como un gran profesional que es, trata de ayudar a sus estudiantes para que sean grandes en la vida y es algo que lo caracteriza y lo hace diferente a los demás.

Tania & Yessenia

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xv
RESUMEN .....	xvii
SUMMARY .....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1.	Planteamiento del problema.....	2
1.2.	Limitaciones y delimitaciones.....	2
1.3.	Problema general de investigación.....	2
1.4.	Problemas específicos de investigación.....	3
1.5.	Objetivos.....	3
1.5.1.	<i>Objetivo general</i> .....	3
1.5.2.	<i>Objetivos específicos</i> .....	3
1.6.	Justificación.....	3
1.7.	Hipótesis.....	4
1.7.1.	<i>Hipótesis general</i> .....	4
1.7.2.	<i>Hipótesis específica</i> .....	4

### CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO.....	5
2.1.	Antecedentes.....	5
2.2.	Bases teóricas.....	7
2.2.1.	<i>Yuca</i> .....	7
2.2.2.	<i>Almidón</i> .....	8
2.2.3.	<i>Almidón de yuca</i> .....	9
2.2.4.	<i>Composición del almidón</i> .....	9
2.2.4.1.	<i>Amilosa</i> .....	9



2.2.4.2.	<i>Amilopectina</i> .....	9
2.2.5.	<b><i>Clasificación de los polímeros</i></b> .....	10
2.2.5.1.	<i>Según su origen</i> .....	10
2.2.5.2.	<i>Según la estructura de la cadena</i> .....	10
2.2.5.3.	<i>Según su composición</i> .....	11
2.2.6.	<b><i>Láminas biodegradables</i></b> .....	11
2.2.7.	<b><i>Clasificación de polímeros biodegradables (bioplástico)</i></b> .....	11
2.2.8.	<b><i>Bioplástico para empaque de alimentos</i></b> .....	12
2.2.9.	<b><i>Ventajas de las láminas biodegradables</i></b> .....	12
2.2.10.	<b><i>Aplicaciones de los bioplásticos</i></b> .....	12
2.2.11.	<b><i>Aceites esenciales</i></b> .....	12
2.2.11.1.	<i>Características generales</i> .....	13
2.2.12.	<b><i>Clasificación</i></b> .....	13
2.2.12.1.	<i>Consistencia</i> .....	13
2.2.12.2.	<i>Origen</i> .....	14
2.2.12.3.	<i>Composición química</i> .....	14
2.2.13.	<b><i>Terpenos o terpenoides</i></b> .....	14
2.2.14.	<b><i>Monoterpenoides</i></b> .....	14
2.2.15.	<b><i>Sesquiterpenoides</i></b> .....	14
2.2.16.	<b><i>Ácidos libres</i></b> .....	14
2.2.17.	<b><i>Alcoholes</i></b> .....	15
2.2.18.	<b><i>Aldehídos</i></b> .....	15
2.2.19.	<b><i>Cetonas</i></b> .....	15
2.2.20.	<b><i>Fenoles y sus derivados</i></b> .....	15
2.2.21.	<b><i>Esteres y lactonas</i></b> .....	15
2.2.22.	<b><i>Compuestos furánicos</i></b> .....	15
2.2.23.	<b><i>Compuestos azufrados</i></b> .....	16
2.2.24.	<b><i>Aceite esencial de eucalipto</i></b> .....	16
2.2.25.	<b><i>Aceite esencial de romero</i></b> .....	16
2.2.26.	<b><i>Aceite esencial de orégano</i></b> .....	16
2.2.27.	<b><i>Aceite esencial de menta</i></b> .....	17
2.2.28.	<b><i>Glicerina</i></b> .....	17
2.2.29.	<b><i>Alimento</i></b> .....	17
2.2.30.	<b><i>Frutas</i></b> .....	18
2.2.30.1.	<i>Bases conceptuales</i> .....	18
2.2.31.	<b><i>Propiedades fisicoquímicas del bioplástico</i></b> .....	18

2.2.32.	<i>Máquina universal para pruebas mecánicas</i> .....	20
2.2.33.	<i>Ensayos de actividad antimicrobiana</i> .....	21
2.2.34.	<i>Bacterias mas comunes</i> .....	21

### CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	22
3.1.	<b>Enfoque de investigación</b> .....	22
3.2.	<b>Nivel de investigación</b> .....	22
3.3.	<b>Diseño de investigación</b> .....	22
3.4.	<b>Según la manipulación o no de la variable independiente</b> .....	22
3.4.1.	<i>Variable dependiente</i> .....	22
3.4.2.	<b>Variables independientes</b> .....	22
3.5.	<b>Hipótesis general</b> .....	23
3.6.	<b>Hipótesis específica</b> .....	23
3.7.	<b>Según las intervenciones en el trabajo de campo</b> .....	23
3.8.	<b>Tipo de estudio</b> .....	23
3.9.	<b>Población y planificación, selección y cálculo del tamaño de la muestra</b> .....	24
3.9.1.	<i>Población y planificación</i> .....	24
3.9.2.	<i>Selección y cálculo del tamaño de la muestra</i> .....	25
3.10.	<b>Métodos, técnicas e instrumentos de investigación</b> .....	25
3.10.1.	<i>Análisis físico químico del almidón de yuca</i> .....	25
3.10.2.	<i>Índice de solubilidad</i> .....	27
3.10.3.	<i>Temperatura de gelatinización</i> .....	29
3.10.4.	<i>Prueba de hongos, levaduras, mohos y coliformes totales</i> .....	30
3.10.5.	<i>Amilosa y amilopectina</i> .....	30
3.10.6.	<i>Análisis físico químico, resistencia mecánica y ensayos antimicrobianos del bioplástico</i> .....	30
3.10.7.	<i>Ensayos antimicrobianos</i> .....	33
3.11.	<b>Materiales, equipos y reactivos</b> .....	34
3.12.	<b>Reactivos y sustancias</b> .....	35

### CAPÍTULO IV

4.	<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	36
4.1.	<b>Análisis fisicoquímico y microbiológico del almidón de yuca</b> .....	36

4.2.	Prueba de humedad.....	38
4.3.	Prueba de cenizas .....	38
4.4.	Prueba de solubilidad.....	39
4.5.	Prueba de pH .....	39
4.6.	Prueba de viscosidad de un gel de almidón .....	39
4.7.	Prueba temperatura de gelatinización.....	40
4.8.	Prueba de amilosa y amilopectina.....	40
4.9.	Pruebas microbiológicas .....	41
4.10.	Análisis fisicoquímico y ensayos bacteriológicos del bioplástico .....	41
4.10.1.	<i>Prueba de humedad</i> .....	41
4.10.3.	<i>Prueba de permeabilidad de agua (PVA)</i> .....	44
4.10.4.	<i>Ensayos antimicrobianos</i> .....	45
4.11.	Resultado días de secado del bioplástico .....	47
4.12.	ANOVA para el diseño factorial 4X3.....	48
4.13.	Resultado de elongación.....	49
4.14.	Resistencia mecánica de las láminas biodegradables .....	49
4.15.	ANOVA para el diseño factorial 4X3.....	50

## CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	52
5.1.	Conclusiones.....	52
5.2.	Recomendaciones.....	53

## GLOSARIO

## BIBLIOGRAFÍA

## ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1:</b>	Valor nutricional de la yuca.....	7
<b>Tabla 2-2:</b>	Presencia de amilosa y amilopectina en diferentes granos .....	8
<b>Tabla 3-1:</b>	Humedad.....	25
<b>Tabla 3-2:</b>	Cenizas.....	26
<b>Tabla 3-3:</b>	Solubilidad.....	27
<b>Tabla 3-4:</b>	pH.....	28
<b>Tabla 3-5:</b>	Viscosidad.....	28
<b>Tabla 3-6:</b>	Gelatinización .....	29
<b>Tabla 3-7:</b>	Pruebas con microorganismos.....	30
<b>Tabla 3-8:</b>	Amilos y amilopectina .....	30
<b>Tabla 3-9:</b>	Humedad.....	31
<b>Tabla 3-10:</b>	Solubilidad.....	31
<b>Tabla 3-11:</b>	Permeabilidad del agua.....	32
<b>Tabla 3-12:</b>	Pruebas mecánicas del bioplástico.....	33
<b>Tabla 3-13:</b>	Proceso de ensayo .....	33
<b>Tabla 3-14:</b>	Materiales utilizados en la investigación .....	34
<b>Tabla 3-15:</b>	Equipos .....	35
<b>Tabla 3-16:</b>	Reactivos.....	35
<b>Tabla 3-17:</b>	Sustancias.....	35
<b>Tabla 4-1:</b>	Variables utilizadas para la elaboración del bioplástico con almidón de yuca ....	37
<b>Tabla 4-2:</b>	Análisis fisicoquímica y microbiológico del almidón de yuca con sus respectivos rangos.....	38
<b>Tabla 4-3:</b>	Promedio del porcentaje de humedad.....	39
<b>Tabla 4-4:</b>	Promedio del porcentaje de cenizas .....	39
<b>Tabla 4-5:</b>	Promedio del porcentaje de solubilidad.....	40
<b>Tabla 4-6:</b>	Valor del promedio del pH .....	40
<b>Tabla 4-7:</b>	Valor del promedio de temperatura de gelatinización .....	41
<b>Tabla 4-8:</b>	Porcentaje de la amilosa y amilopectina .....	41
<b>Tabla 4-9:</b>	Valores presentes en levaduras y mohos, hongos y coliformes totales.....	42
<b>Tabla 4-10:</b>	Porcentajes de los promedios de humedad en aceite de eucalipto, romero, orégano y menta para 0,25, 0,50 y 0,75 ml.....	42
<b>Tabla 4-11:</b>	Porcentajes de los promedios de solubilidad en aceite de eucalipto, romero, orégano y menta para 0,25, 0,50 y 0,75 mL.....	43

<b>Tabla 4-12:</b>	Valores de los promedios de la permeabilidad de vapor de agua en aceite de eucalipto, romero, orégano y menta para 0,25, 0,50 y 0,75 ml.....	45
<b>Tabla 4-13:</b>	Valores de los halos de inhibición en las láminas biodegradables en los 4 aceites: eucalipto.....	46
<b>Tabla 4-14:</b>	Factores A, B para días de secado de las láminas biodegradables en 4 aceites: eucalipto, romero, orégano y menta para 0,25ml, 0,50ml y 0,75ml .....	48
<b>Tabla 4-15:</b>	Número de días de secado de las láminas biodegradables en 2 repeticiones con 4 aceites: eucalipto, romero, orégano y menta para 0,25ml; 0,50ml; 0,75ml .....	48
<b>Tabla 4-16:</b>	Anova para días de secado en láminas biodegradables con 4 aceites: eucalipto, romero, orégano y menta para 0,25ml; 0,50ml; 0,75ml.....	49
<b>Tabla 4-17:</b>	Factores A, B para el porcentaje de elongación en láminas biodegradables en 4 aceites: eucalipto, romero, orégano y menta para 0,25ml; 0,50ml; 0,75ml .....	50
<b>Tabla 4-18:</b>	Valores del porcentaje de elongación de las láminas biodegradables en 2 repeticiones con 4 aceites: eucalipto, romero, orégano y menta con 0,25ml; 0,50ml; 0,75ml .....	50
<b>Tabla 4-19:</b>	Anova para el porcentaje de elongación en láminas biodegradables con 4 aceites: eucalipto, romero, orégano y menta para con 0,25ml; 0,50ml; 0,75ml .....	51

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 2-1:</b>	Estructura química de la amilosa .....	9
<b>Ilustración 2-2:</b>	Estructura química de la amilopectina.....	10
<b>Ilustración 2-3:</b>	Determinador de humedad.....	18
<b>Ilustración 2-4:</b>	Incubadora Innova 40 para Laboratorio.....	19
<b>Ilustración 2-5:</b>	Máquina de ensayos universales CMSUTM-20 .....	20
<b>Ilustración 3-1:</b>	Proceso de la elaboración de láminas biodegradables con aceites esenciales .....	25
<b>Ilustración 4-1:</b>	Porcentajes de los promedios de humedad en aceite de eucalipto, romero, orégano y menta para 0,25, 0,25 y 0,75 ml.....	43
<b>Ilustración 4-2:</b>	Porcentajes de los promedios de solubilidad en aceite de eucalipto, romero, orégano y menta para 0,25, 0,50 y 0,75 ml.....	44

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** PREPARACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

**ANEXO B:** PRUEBA DE HUMEDAD, CENIZAS, PH

**ANEXO C:** PRUEBA DE SOLUBILIDAD, VISCOSIDAD DE UN GEL DE ALMIDÓN Y TEMPERATURA DE GELATINIZACIÓN.

**ANEXO D:** PRUEBA DE AMILOSA, AMILOPECTINA, HONGOS, MOHOS, LEVADURAS Y COLIFORMES TOTALES

**ANEXO E:** ELABORACIÓN DE LÁMINAS BIODEGRADABLES

**ANEXO F:** PRUEBA DE HUMEDAD Y SOLUBILIDAD

**ANEXO G:** PRUEBA DE PERMEABILIDAD Y PRUEBAS MECÁNICAS

**ANEXO H:** ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS CON *ESCHERICHIA COLI* Y *KLEBSIELLA PNEUMONIAE*

**ANEXO I:** ACTIVIDAD MICROBIANA Y MEDICIÓN DE HALOS DE INHIBICIÓN

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>gr</b>	Gramos
<b>ml</b>	Militros
<b>FAO</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
<b>%</b>	Porcentaje
<b>°C</b>	Grados Centígrados
<b>psi</b>	Libras por pulgadas cuadrada
<b>k</b>	Número de intervalos
<b>g/cm<sup>3</sup></b>	Gramos sobre centímetros cúbicos
<b>mg/L</b>	Miligramo sobre litro
<b>HCN</b>	Ácido cianhídrico
<b>m</b>	Metro
<b>msnm</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>mm</b>	Milímetro
<b>Kcal</b>	Kilocalorías
<b>mg</b>	Miligramos
<b>C</b>	Carbono
<b>H</b>	Hidrógeno
<b>O</b>	Oxígeno
<b><math>\alpha</math></b>	Alfa
<b>OH</b>	Grupo Hidroxilo
<b>TDPA</b>	Totally Degradable Plastic Additives
<b>C<sub>3</sub>H<sub>8</sub></b>	Isopreno
<b>C<sub>2</sub></b>	Carbono 2
<b>C<sub>3</sub></b>	Carbono 3
<b>AER</b>	Aceite de romero
<b>NCCLS</b>	National Committee for Clinical Laboratory Standards
<b>S</b>	Sensible
<b>I</b>	Intermedia
<b>R</b>	Resistente
<b>Km</b>	Kilómetro
<b>Av.</b>	Avenida
<b>min</b>	Minutos
<b>H<sub>2</sub>O</b>	Agua

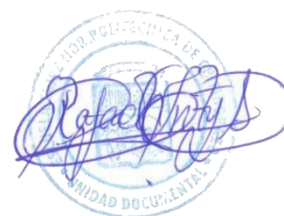


<b>°T</b>	Temperatura
<b>V</b>	Volumen
<b>pH</b>	Potencial de Hidrógeno
<b>INIAP</b>	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
<b>cm</b>	Centímetro
<b>PVA</b>	Permeabilidad a Vapor de Agua
<b>L</b>	Litro
<b>cP</b>	CentiPoise
<b>ISO</b>	Organización Internacional de Normalización

## RESUMEN

El objetivo del trabajo de investigación fue la evaluación de láminas biodegradables enriquecidas con aceites esenciales para el empaque de alimento, el almidón de yuca y los diferentes aceites esenciales (eucalipto, romero, orégano y menta) fueron adquiridos en la ciudad de Riobamba en diferentes locales. Para su elaboración se utilizó 7 gr de almidón de yuca, 100ml de agua destilada y 1ml de glicerina la cual se colocó en un vaso de precipitación de 200ml, una vez mezclado todo lo detallado anteriormente, se lo expuso a temperatura para obtener una gelatinización y poder colocar las diferentes concentraciones de aceites esenciales (0,25, 0,50 y 0,75 ml), finalmente se colocaba en una bandeja de material de teflón para dejarlo en un lugar libre de polvo para su respectivo secado. Se realizó un análisis fisicoquímico del almidón de yuca, los cuales dentro de lo que es humedad se obtuvo un valor de 12,16%, ceniza 0,39%, solubilidad 11,26%, pH 5,1, viscosidad 697cP, temperatura de gelatinización a 70°C, amilosa 26,86%, amilopectina 73,14%, los hongos, levaduras, mohos y coliformes totales se realizaron en el laboratorio de aguas Facultad de Ciencias, el cual nos dio como resultado la ausencia de estos. En los análisis fisicoquímicos del bioplástico con la humedad nos dio valores dentro de un rango de 8,55% a 15,09%, en la solubilidad 16,40% a 80,91%, permeabilidad a vapor de agua 0,083 a 0,154 g.mm/h.m<sup>2</sup>. kPa, los valores en la resistencia mecánica fueron de 13,11% a 32,12% y finalmente con los ensayos antimicrobianos se obtuvieron diferentes medias y en algunas la ausencia de actividad. Se puede concluir que el empaque elaborado cumple con todas las características fisicoquímicas, mecánicas y microbiológicas para ser utilizado en el empaque de alimentos.

**Palabras clave:** <LÁMINAS BIODEGRADABLES>, <EUCALIPTO (*Eucalyptus*)>, <ROMERO (*Salvia rosmarinus*)>, <ORÉGANO (*Origanum vulgare*)>, <MENTA (*Mentha*)>, <ANÁLISIS FISICOQUÍMICO>, <RESISTENCIA MECÁNICA>, <ENSAYOS ANTIMICROBIANOS>.



1340-DBRA-UPT-2023

## SUMMARY

The objective of the research work was the evaluation of biodegradable sheets enriched with essential oils for food packaging, cassava starch, and different essential oils (eucalyptus, rosemary, oregano, and mint) were acquired in the city of Riobamba in other locations. For its preparation, 7 gr of cassava starch, 100ml of distilled water, and 1ml of glycerin uses, which placed in a 200ml beaker; once everything detailed above had been mixed, it was exposed at temperature to obtain gelatinization and able to identify the different concentrations of essential oils (0.25, 0.50 and 0.75 ml). Finally, it was placed in a tray of Teflon material to leave in a dust-free place for its respective drying. Physicochemical analysis of cassava starch performs, which within what is humidity was obtained a value of 12.16%, ash 0.39%, solubility 11.26%, pH 5.1, viscosity 697cP, gelatinization temperature at 70oC, amylose 26.86%, amylopectin 73.14%, fungi, yeasts, molds, and total coliforms performs in the water laboratory Faculty of Sciences, which resulted in the absence of these. The physicochemical analysis of the bioplastic with moisture gave us values of 8.55% to 15.09%, solubility of 16.40% to 80.91%, and permeability to water vapor of 0.083 to 0.154 g.mm/h.m2. kPa, the values in the mechanical resistance were from 13.11% to 32.12%, and finally, with the antimicrobial assays, different means were obtained and, in some, the absence of activity. The elaborate packaging meets all the physicochemical, mechanical, and microbiological characteristics to be used in food packaging are in charge of each of these.

**Keywords:** <BIODEGRADABLE SHEETS, EUCALYPTUS (Eucalyptus)>, <ROSEMARY (Salvia rosmarinus)>, <OREGAN (Origanum vulgare)>, <MINT (Mentha)>, <PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS, MECHANICAL RESISTANCE>, <ANTIMICROBIAL TESTS>.



Lic. Edison Renato Ruiz López

C.I. 060395704-4

## INTRODUCCIÓN

El consumo de plásticos convencionales ya sea producto industrial, doméstico, alimenticio, medicina, etc., provoca graves problemas ambientales, cabe recalcar que la contaminación no solo se da en las ciudades sino también en los océanos en el cual se acumula un 80% en desechos y una gran parte de estos son plásticos (Pizá et al., 2017, p.3). En el Ecuador tal situación ha empeorado ya que los plásticos juegan un papel muy importante en nuestro día a día. Por otra parte, en nuestro país existe una gran producción de plantas de suma importancia de las cuales se obtienen aceites que son extraídas de diferentes sus partes de las plantas aromáticas, como flores, hojas, raíces, rizomas, frutos, semillas, madera, resinas y de la parte más externa de hojas y cálices las cuales tendrán una función importante en nuestras láminas.

En este trabajo de investigación se propone obtener láminas biodegradables enriquecidas con aceites esenciales (eucalipto, romero, orégano y menta) con un fuerte potencial antimicrobiano y antioxidante para así ayudar al alimento a que se degrade en menor tiempo posible para garantizar alimentos seguros, saludables y nutritivos. Dentro de su elaboración se aplicará distintas concentraciones de 0,25, 0,50 y 0,75 ml de dichos aceites mencionados anteriormente y se realizará 2 repeticiones por cada tratamiento por lo cual el diseño experimental que se aplicará en este trabajo de investigación será un diseño experimental mixto 4x3 debido a que se tiene 2 factores el primero con 4 niveles y el segundo con 3 niveles. Para comprobar si el bioplástico elaborado sea apto o no para el empaque de alimentos se realizará pruebas fisicoquímicas como humedad, solubilidad, permeabilidad del agua, pruebas de resistencia mecánica y ensayos antibacterianos con dos tipos de bacterias *Escherichia Coli* y *klebsiella Pneumoniae*.

# CAPÍTULO I

## 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Planteamiento del problema

La contaminación ambiental por el uso indiscriminado de plásticos sintéticos ha ido aumentando drásticamente en las últimas décadas siendo esto un problema muy grave para la humanidad. En nuestro país este problema se ha agudizado debido a la gran demanda de estos materiales, además tienen una vida útil muy corta por lo cual se acumulan en el ambiente luego de ser descartados. Se estima que los plásticos constituyen más del 80% de los desechos que se encuentran en los mares y los ríos. De acuerdo con (Credimform, 2020, p.3), el tiempo de descomposición de los plásticos dependiendo su tipo puede variar entre 100 y 1000 años en degradarse, en cambio (Fuhr y Franklin, 2020, p.5), para su respectivo uso el plástico tiene una duración de 35 años. En los mares se puede encontrar una enorme acumulación de basura durante muchos años. Los plásticos constituyen el 99.9% de todos los residuos, por esto el desarrollo de materiales biodegradables con capacidad de reemplazar a los plásticos convencionales constituye una alternativa eficiente para proteger activamente el ambiente.

### 1.2. Limitaciones y delimitaciones

La limitación de este trabajo de investigación es la obtención del bioplástico biodegradable enriquecido con aceites esenciales (eucalipto, romero, orégano y menta) para el empaque de alimentos y una vez obtenido el bioplástico se aplicará a pruebas fisicoquímicas como de humedad, solubilidad, permeabilidad del agua, resistencia mecánica y ensayos antibacterianos. La delimitación es la escasez de información ya que investigaciones sobre láminas biodegradables enriquecidos con aceites esenciales son muy pocas para una comparación bibliográfica.

### 1.3. Problema general de investigación

¿Cómo mejoraría el enriquecimiento de los aceites esenciales en las láminas biodegradables para el empaquetamiento de alimentos?

#### **1.4. Problemas específicos de investigación**

Los aceites esenciales con propiedades conservantes, antioxidantes y antimicrobianas, empleados en las láminas biodegradables son óptimas para el empaque de alimentos.

Los empaques de alimentos son de buena calidad para su respectivo uso y al mismo tiempo ayuda a reducir el impacto ambiental.

#### **1.5. Objetivos**

##### ***1.5.1. Objetivo general***

Evaluar láminas biodegradables enriquecidas con aceites esenciales para empaque de alimentos.

##### ***1.5.2. Objetivos específicos***

- Determinar las propiedades fisicoquímicas de las películas biodegradables elaboradas a partir del almidón de yuca, para evaluar el comportamiento del material obtenido.
- Realizar ensayos microbiológicos con las láminas impregnadas con distintos aceites esenciales (orégano, romero, menta, eucalipto) y comparar la eficacia de estos para su empleo como empaque de alimentos.
- Analizar la resistencia mecánica del bioplástico obtenido, con el fin de comprobar si es apto o no para el empaque de alimentos.

#### **1.6. Justificación**

En los últimos años se ha investigado sobre las láminas biodegradables las cuales tienen como fin ayudar a solucionar problemas de contaminación ambiental por el uso excesivo del plástico sintético y optar por una vía factible para reemplazar a los mismos. Por otra parte, en nuestro país existe una gran producción de plantas de suma importancia de las cuales se obtienen aceites y que son extraídas de diferentes partes de las plantas aromáticas, como flores, hojas, raíces, rizomas, frutos, semillas, madera, resinas y de la parte más externa de hojas y cálices, cambiando drásticamente en sus propiedades químicas. Por ello el propósito de esta investigación es generar láminas biodegradables y enriquecerlas con aceites esenciales debido a que tienen un fuerte potencial antimicrobiano y antioxidante, promover su uso como conservante natural para garantizar alimentos seguros, saludables y nutritivos para los requerimientos del consumidor gracias a su alto potencial para combatir contra los microorganismos patógenos que causan

enfermedades al consumidor también se alargara la vida útil y calidad de ellos. Además, las actividades antimicrobianas y antioxidantes descritas, se ha informado el uso de aceites esenciales en recipientes o empaques (envases activos) protege directa o indirectamente las respectivas propiedades al alimento. La elaboración de las láminas, el análisis de sus propiedades fisicoquímicas y la resistencia mecánica del bioplástico se desarrollará en la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Facultad De Ciencias laboratorio de Química Orgánica y de Investigación. También se abordan una serie de limitaciones que se presentan al emplear aceites esenciales en la conservación de los alimentos, por lo que se realizará ensayos microbiológicos con el fin de ver cual inhibe mejor microbiológicamente, esta parte se realizará en la Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias. Por la parte económica los gastos serán cubiertos por las investigadoras, los mimos que incluyen gastos de movilización y materiales a utilizarse.

## **1.7. Hipótesis**

### ***1.7.1. Hipótesis general***

Los empaques enriquecidos con aceites esenciales (romero, menta, eucalipto y orégano) rendirán para la inhibición del deterioro en los alimentos.

### ***1.7.2. Hipótesis específica***

- H0: El almidón de yuca es efectivo para la elaboración de láminas biodegradables.
- H1: El almidón de yuca no es efectivo para la elaboración de láminas biodegradables.
- H0: Las láminas biodegradables son lo suficientemente resistentes para su respectivo empleo.
- H1: Las láminas biodegradables no son lo suficientemente resistentes para su respectivo empleo.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

Antes de la existencia de los plásticos, el hombre fabricaba sus herramientas y cualquier otro tipo de objetos de uso diario, que los obtenían de la naturaleza, como por ejemplo piedras, maderas, etc. Sin embargo, las características de estos objetos no le permitían al hombre inventar objetos con otras propiedades que tuvieran flexibilidad, esto lo llevo a intentar probar un material distinto que pueda cumplir con dicha característica. Se manipulaban los polímeros naturales como: ámbar, goma, laca, y la gutapercha que son los precursores de los polímeros actuales (Atarés y Chiralt, 2016, p.9).

El término plástico proviene del griego plastikos que significa que se puede moldear, se refiere a la maleabilidad, o plasticidad, del material durante la fabricación, lo que permite fundirlo, prensarlo para obtener diferentes formas, como láminas, fibras, placas, tubos, botellas, cajas, etc (Garrido, 2020, p.9).

El uso de plásticos convencionales está ocasionando graves problemas ambientales: todo producto industrial, doméstico, alimenticio, medicinal, etc., se empaca en plástico. Además de esto no solo en las ciudades se sufre de contaminación, los océanos alcanzan un 80% en basura y en gran parte estos son plásticos, por lo que el estudio de la elaboración de sustitutos para el plástico habitual ha ido aumentando en los últimos 10 años, no solo por el aumento de las legislaciones ambientales en muchos países sino también por la conciencia verde (Pizá et al., 2017, p.5).

*Manihot esculenta* Crantz o comúnmente yuca, es un tubérculo que pertenece a la familia Euphorbiaceae, la cual está conformada por 7200 especies, su nombre se debe al científico Crantz quien se lo otorgó en el año 1766 (Suárez y Mederos, 2011, p.4). Años después, otros dos científicos Pohl y Pax, en 1827 y 1910 respectivamente definieron dos clasificaciones: *Manihot utilissima* (yuca amarga) y *Manihot aipi* (yuca dulce). A pesar de ello, otro científico en 1938 le dio el mérito al trabajo de Crantz y por ello hoy se conoce con ese nombre (Charro, 2015, p.2).

La yuca es un tubérculo que es considerado como uno de los más importantes económicamente hablando, sobre todo por su uso en propiedades medicinales o para obtener almidón, este último



es usado por la industria textil o para fabricar papeles, adhesivos y bioplástico (Atarés & Chiralt, 2016,p .8).

En la investigación de almidón termoplástico celular reforzado con fibras naturales: Una opción biodegradable para el empaquetado de alimentos resaltan el almidón como prototipo para los bioplásticos y las ventajas de estos últimos por su capacidad de biodegradarse en condiciones controladas. Los bioplásticos son una alternativa verde y sostenible, resultan más ecológicos ya que reducen la huella de carbono y el uso de un combustible como el petróleo (López et al., 2012,p.4).

La investigación del presente trabajo se basó en una extensa revisión bibliográfica con fuentes secundarias como son documentos, artículos científicos y tesis relacionadas a la obtención de bioplásticos a partir de materias primas vegetales, que presenten características iguales o semejantes a sus homólogos los polímeros sintéticos, algunas de las investigaciones que se tomaron como referencia se resumen a continuación:

Navia y Arana, (2013, p.6), en su trabajo de tesis estudian la conducta de las propiedades mecánicas, entre las cuales se encuentran la densidad y el color de los bioplásticos elaborados con almidón de yuca variedad MPER-183, estos se gelatinizaron y fueron reforzados con fibra de fique para obtener ventajas frente a los productos que son elaborados con recursos no renovables. Se concluyó de este estudio que estos factores afectaron de manera muy significativa las propiedades mecánicas, debido a la temperatura y presión compresora. Se determinó que a 180 °C y presión de 0 psi fueron las más favorables para obtener valores elevados de esfuerzo de flexión, baja densidad y modulo elástico de flexión y a temperatura de 190°C y presión de 0 psi, se obtienen valores elevados de esfuerzo de tensión y modulo elástico de tensión.

Chávez (2019, p.3) en su investigación Síntesis de un polímero biodegradable a base de la yuca (*Manihot Esculenta Crantz*), donde se utiliza el tubérculo para la obtención del almidón, el cual será la materia prima en la elaboración del bioplástico, con el fin de identificar la composición ideal en la síntesis de un material biodegradable mediante un diseño del análisis factorial  $2^k$  , donde obtuvieron un rendimiento del almidón de 22,3%, además se ejecutó un análisis organoléptico, físico, químico y microbiológico, tanto para el almidón obtenido como para las láminas de polímero biodegradable a base del almidón con sus respectivas formulaciones, determinando que el material cumple con las normas de calidad y es amigable con el ambiente por su fácil y rápida descomposición en el ecosistema.

Según Valarezo, (2012, p.6), en su investigación “Desarrollo de polímeros a partir de almidón de corteza de yuca (*Manihot esculenta*)”, elaboró un polímero biodegradable de almidón de yuca y en este estudio se utilizó una mezcla de 6,31% glicerina, 74,08% agua, 0,25% ácido acético, obteniendo un polímero resistente, flexible y elástico, con una densidad de 6,44g/cm<sup>3</sup> y 25,3% de aumento de peso por absorción de agua, en una temperatura de 69 °C y humedad de 9,97% y 11,58%.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Yuca**

La yuca (*Manihot esculenta Crantz*) proviene de la familia Euphorbiaceae y está constituida por 7200 especies, su cultivo se da por los indígenas en la Amazonia, dentro de sus características es una planta perenne y leñosa, dentro de los tipos de yuca existen la yuca amarga que está constituido con más contenido de ácido cianhídrico (>50mg/L) los cuales tienen un mejor rendimiento y calidad de almidón mientras tanto las dulces tienen menor cantidad de ácido cianhídrico (HCN) y son utilizadas para consumo humano, animal por otra parte son utilizadas como materia prima dentro de lo que es industrias locales (Muñoz et al., 2017, p.7).

La *Manihot esculenta* tiene una gran importancia económica y es cultivable, es una planta monoica ya que está constituida por flores masculinas y femeninas, puede medir de 4-5 m de altura, sus raíces son fibrosas unas absorben nutrientes y otras se engrosan para el respectivo almacenamiento de carbohidratos (almidón) (Nicaragua et al, 2004, p.3). La yuca se adapta fácilmente al momento de su cultivo este se siembra a 1800 msnm a una temperatura entre 20-30 °C, con una humedad entre 50-90% y con una precipitación de 600-3000mm, para su respectiva cosecha depende de las condiciones ambientales, en un lugar cálido se da de 7-12 meses y dura 12 meses en regiones con altura 1300-1800 msnm (Ceballos y De la Cruz, 2015, p.4).

Según la fertilidad del suelo en el que este sembrado, puede generar glucósidos, cianógenos en general linamarina, la cual da un sabor amargo a la raíz, la principal característica de las raíces de la yuca es el almacenamiento de almidones por otra parte constituyen un alto porcentaje de carbohidratos y un menor contenido de proteína (Inga, 2020, p.21).

**Tabla 2-1:** Valor nutricional de la yuca

<b>Composición nutritiva media (100gr de base seca)</b>	
Valor energético (Kcal)	132,0
Agua (%)	65,2
Proteína (%)	1,0
Grasa (%)	0,4
Carbohidratos totales (%)	32,8
Fibra (%)	1,0
Cenizas (%)	0,6
Calcio (mg)	40,0
Fósforo (mg)	34,0
Hierro (mg)	1,4
Tiamina (mg)	0,05
Riboflavina (mg)	0,04
Niacina (mg)	0,60
Ácido ascórbico (mg)	19,0
Porción no comestible (%)	32,0

Fuente: (Inga, 2020).

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.

### 2.2.2. Almidón

Es un polímero de condensación de glucosa en una proporción de átomos de C, H y O que está presente en forma granular en las semillas, tubérculos y raíces. El almidón no es un producto uniforme, la mayoría de los almidones contienen dos polímeros: amilosa y amilopectina que se encuentran en proporciones diferentes en los granos (López, 2019, p.4).

**Tabla 2-2:** Presencia de amilosa y amilopectina en diferentes granos

	Almidón, %	Tipo	Diámetro del gránulo, $\mu\text{m}$	Forma
Maíz	71	Cereal	3-26	R, P
Papa	82	Tubérculo	5-100	O, S
Trigo	74	Cereal	2-35	R, l
Yuca	77	Raíz	4-35	O, S
Maíz (Waxy)	71	Cereal	3- 26	R, P
Sorgo	75	Cereal	3-8	P, A
Arroz	89	Cereal	3-8	R, D

Fuente: (López M., 2019).

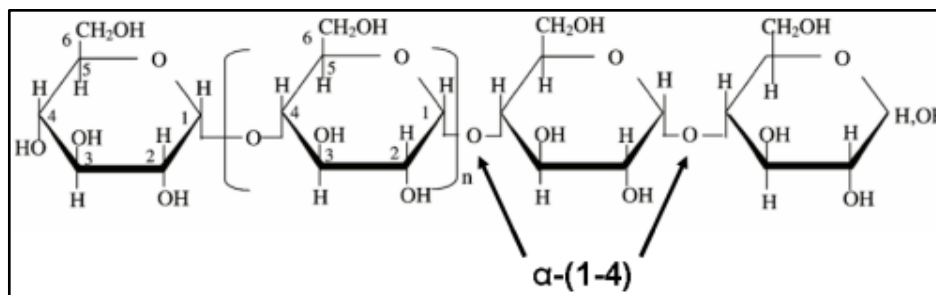
### 2.2.3. Almidón de yuca

Es considerado como uno de los principales materiales biodegradables comestibles con mayor aplicación, debido a su abundancia, bajo costo, fácil manipulación, procesamiento y por su contenido de amilosa. El almidón posee propiedades termoplásticas hidrofílicas, por lo que pueden ser un sustituto de plásticos tradicionales. Los gránulos de almidón están compuestos por capas externas de amilopectina y capas internas de amilosa. Es un polisacárido formado por unidades glucosídicas, es decir, es una macromolécula formada por gran cantidad de moléculas de glucosa que se repiten (Canónico, 2003, p.5).

### 2.2.4. Composición del almidón

#### 2.2.4.1. Amilosa

Es considerado un polímero lineal formado por moléculas de glucosa con un 99% de enlaces glicosídicos  $\alpha$  (1-4) y 1% de enlaces  $\alpha$  (1-6), para su forma cristalina la posición axial de los enlaces  $\alpha$  (1-4) da una forma helicoidal, en el interior de la hélice se encuentran los átomos de hidrógeno y son de carácter hidrofóbico y los grupos OH se encuentran al exterior de la espiral. Por su estructura lineal pueden formar complejos como el yodo, los ácidos grasos o los hidrocarburos, los almidones con presencia de amilosa conservan su forma cuando se gelifican a diferencia de almidones sin amilosa solo espesan y no llegan a gelificar (Tovar, 2008, p.4).



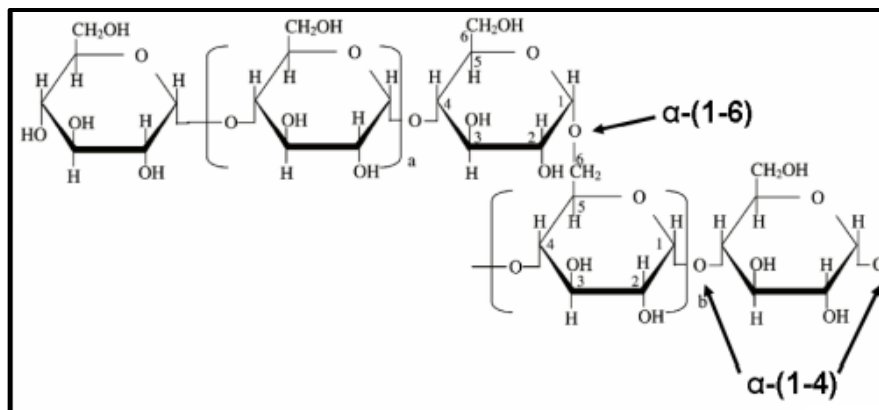
**Ilustración 2-1:** Estructura química de la amilosa

Fuente: (Tovar, 2008).

#### 2.2.4.2. Amilopectina

Es un polímero formado por cadenas lineales de glucosa unidos por enlaces  $\alpha$  (1-4) que representa 92-96% y presenta ramificaciones mediante enlaces  $\alpha$  (1-6) con un 5-6%, se encuentra en un 80% en los almidones. Estas ramificaciones ayudan a que la amilopectina sea menos soluble en agua,

por su formación de partes lineales cortas permite únicamente envolver moléculas pequeñas como el yodo, a comparación de ácidos grasos que con estos no se es posible (Tovar, 2008, p.1).}



**Ilustración 2-2:** Estructura química de la amilopeptina

**Fuente:** (Tovar, 2008).

**Polímeros:** son materiales orgánicos constituidos por macromoléculas unidos por enlaces covalentes, resultantes de la transformación de sustancias naturales o de la síntesis directa de productos obtenidos del petróleo, gas natural, carbón u otros minerales. Además, tienen propiedades muy interesantes como baja densidad, alta resistencia eléctrica y baja conductividad térmica (Gutiérrez, 2020, p.9).

### 2.2.5. Clasificación de los polímeros

#### 2.2.5.1. Según su origen

- **Naturales:** son producidos por organismos vivos por las cuales se emplean sin ninguna modificación.
- **Sintéticos:** son aquellos que fueron creados por el hombre, se elaboran por derivados del petróleo, el carbón o el gas natural.

#### 2.2.5.2. Según la estructura de la cadena

**Lineal:** se repite el mismo tipo de unión.

**Ramificado:** en su estructura presentan cadenas laterales unidas a la principal.

**Entrecruzado:** se forman enlaces con las cadenas vecinas.

**Homopolímero:** los monómeros constituidos son iguales.

**Copolímero:** están constituidos por dos o más monómeros diferentes (Hermida, 2011, p.9).

### 2.2.5.3. Según su composición

- **Termoplásticos:** al calentarse se ablandan o funden.
- **Termorrígidos:** al calentarse se descomponen y no se funden ni se solubilizan.
- **Elastómeros:** tienen propiedades iguales a las del caucho especialmente por su elasticidad ya que regresan a su forma original (IESS , 2015, p.9).

### 2.2.6. Láminas biodegradables

Estas láminas biodegradables pueden durar en condiciones normales de almacenamiento aproximadamente 18 meses, sin ningún tipo de modificación de la estructura o del material. Lo mejor de las láminas biodegradables al 100% es que tenemos en cuenta que no van a dañar al medio ambiente y al mismo tiempo, se garantiza la calidad, la resistencia al estiramiento y a las perforaciones, contando con un sellado confiable, considerándolas tan fuertes como las bolsas de polietileno tradicional. Las láminas biodegradables se diferencian de las tradicionales porque cuentan con un aditivo de última generación denominado TDPA (Totally Degradable Plastic Additives), el cual les permite, una vez desechadas ser reutilizadas para propósitos domésticos (Labeaga, 2018, p.3).

Las láminas biodegradables, fabricadas con materiales compuestos a base de materias primas naturales renovables (azúcar, almidón, cereales, aceite, maíz, etc.), mediante un proceso de descomposición del almidón para obtener materiales que igualen el comportamiento de los plásticos convencionales, el proceso no es contaminante en su producción, son 100 % orgánicos, y se biodegradan en un ambiente de compostaje adecuado, reduciendo el impacto ambiental y se pueden hacer en diferentes formatos (Labeaga, 2018, p.9).

### 2.2.7. Clasificación de polímeros biodegradables (bioplástico)

- **Polímeros de origen natural:** son extraídos de animales marinos, vegetales y bacterias, por ejemplo: almidón, celulosa, polisacáridos, proteínas y polihidroxialcanoatos.
- **Polímeros naturales modificados:** el acetato de celulosa.
- **Polímeros sintéticos:** son el ácido poli láctico y la policaprolactona su obtención es económica.
- **Polímero por combinación:** son aquellos que están formados por un polímero natural y sintético, por ejemplo: almidón y poliestireno.

### ***2.2.8. Bioplástico para empaque de alimentos***

El bioplástico en los alimentos evita la pérdida y ganancia de humedad la cual da una rigidez, textura y ayuda a la conservación de alimentos, sus cambios químicos nos ayudan como barrera en el intercambio de gases que se influyen en la estabilidad química y microbiológica, dentro de sus propiedades son moldeables y de baja densidad (Yautibug, 2021, p.9).

### ***2.2.9. Ventajas de las láminas biodegradables***

- No se modifica el sabor ni el aroma de los alimentos.
- Menora la contaminación de ríos, playas y calles.
- No produce residuos tóxicos.
- Se deshace de una forma natural.
- Menora los residuos biodegradables.
- No se utiliza materias renovables.
- Menora la huella de carbono.
- Lleva un ahorro de energía al momento de su elaboración (Cedeño y Zambrano, 2021, p.4).

### ***2.2.10. Aplicaciones de los bioplásticos***

- Es utilizado para envases y utensilios en la industria de alimentos.
- Bolsas para mercados.
- Fundas de basura.
- Para empaque de alimentos, medicamentos, etc.
- Juguetes
- Cosméticos
- Para comprimidos, tabletas y pastillas farmacéuticas (Guamán, 2019, p.1).

### ***2.2.11. Aceites esenciales***

Los aceites esenciales son las fracciones líquidas volátiles, que contienen sustancias responsables del aroma de las plantas y son de gran utilidad en la industria cosmética (perfumes y aromatizantes), de alimentos (condimentos, saborizantes y como recubrimiento de alimentos) debido a sus propiedades antimicrobiano, antifúngica y antioxidante por la parte farmacéutica como (saborizantes), las mismas son extraídas por distintos métodos la más conocida es por destilación (Montoya, 2010, p.87).

#### *2.2.11.1. Características generales*

Los aceites esenciales, en general, constituyen del 0,1 al 1% del peso seco de la planta, son líquidos con escasa solubilidad en agua, solubles en alcoholes y en disolventes orgánicos. Cuando están frescos, a temperatura ambiente, son incoloros, ya que al oxidarse se resinifican y toman un color amarillento oscuro (lo que se previene depositándolos en recipientes de vidrio de color topacio, totalmente llenos y cerrados perfectamente). La mayoría de los aceites son menos densos que el agua (salvo excepciones como los aceites esenciales de canela, sazafrán y clavo) y con un alto índice de refracción (Montoya, 2010, p.32).

Los aceites esenciales son mezclas complejas de hasta más de 300 componentes que pueden ser: compuestos alifáticos de bajo peso molecular: alcanos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres y ácidos, monoterpenos, sesquiterpenos y fenilpropanos, su mayoría son de olor agradable, aunque existen algunos de olor desagradable por ejemplo los del ajo y la cebolla, por lo que están constituidos por compuestos azufrados (Montoya, 2010, p.58).

#### *2.2.12. Clasificación*

Los aceites esenciales se clasifican por su: consistencia, origen y naturaleza química.

##### *2.2.12.1. Consistencia*

La esencia se clasifica en: esencias fluidas las cuales son líquidos volátiles a temperatura ambiente por ejemplo esencia de romero, menta, limón etc. Los bálsamos presentan una consistencia espesa, son poco volátiles, contienen sesquiterpenoides. Las oleorresinas tienen el aroma de las plantas de forma concentrada y son líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas por ejemplo caucho, gutapercha, chicle etc, las oleorresinas son utilizadas en la industria de alimentos y de medicamentos. Los concretos se da de plantas aromáticas frescas por medio de extracción de solventes apolares los mismos no contienen compuestos hidrosolubles finalmente los absolutos que son aquellos que son producto de conversión de concretos por medio de la extracción de etanol absoluto (Montoya, 2010, p.5).



#### *2.2.12.2. Origen*

Se clasifican como naturales los cuales se obtienen directamente de la planta y no sufren modificaciones físicas ni químicas, debido al rendimiento tan bajo son muy costosas. Los artificiales se obtienen por medio de procesos de enriquecimiento de la misma esencia con uno o varios de sus componentes, por ejemplo, la mezcla de esencias de rosa, geranio y jazmín. Los aceites esenciales sintéticos son producidos por la combinación de sus componentes la mayoría de las veces son producidas por procesos de síntesis química, estas son más económicas y son mucho más utilizados como aromatizantes y saborizantes por ejemplo las esencias de vainilla, limón, fresa, etc., (Montoya, 2010, p.344).

#### *2.2.12.3. Composición química*

La composición química de los aceites esenciales cambia constantemente transformándose unos en otros dependiendo de la parte de la planta, los cuales se encuentran compuestos por:

#### *2.2.13. Terpenos o terpenoides*

Están constituidos por varias unidades de isopreno, los cuales ofrecen diversidad sensorial la cual puede variar desde un suave herbal hasta un floral o frutal muy intenso.

#### *2.2.14. Monoterpenoides*

Forman la mayoría de las partes de los aceites esenciales como flores, hojas, tallos son complicados al momento de purificar.

#### *2.2.15. Sesquiterpenoides*

Está constituido por tres unidades isoprénicas  $C_3H_8$ , se desarrollan dentro de los metabolitos secundarios de las plantas y se encuentran en todos los aceites esenciales.

#### *2.2.16. Ácidos libres*

Presentan aromas diferentes la cual varía de ligeramente picante a rancio todo depende de la cadena carbonada.

### ***2.2.17. Alcoholes***

En los aceites esenciales se puede presenciar grupos alcohólicos unidos a compuestos alifáticos, monoterpenoles, sesquiterpenoles y aromáticos (fenoles), estos alcoholes presentan aromas muy fuertes más que los aldehídos y se da en altas concentraciones de procesos de fermentación.

### ***2.2.18. Aldehídos***

Responsables del aroma de los aceites esenciales, forman parte de compuestos aldehídicos tipo alifáticos, terpénicos y aromáticos. Se oxidan fácilmente a ácidos, los alcoholes secundarios se forman cetonas a diferencia de los terpenos y otras sustancias se reestructuran e isomerizan.

### ***2.2.19. Cetonas***

Igualmente son responsables del aroma del aceite esencial, las cuales forman parte de cetonas alifáticas, monoterpenonas, sesquiterpenonas y aromáticas, las cetonas que se encuentran saturadas con grupos funcionales en C<sub>2</sub> y C<sub>3</sub> forman carvomentonas y mentonas presentes en la planta del género *Mentha*.

### ***2.2.20. Fenoles y sus derivados***

Los responsables del aroma forman parte de compuestos fenólicos simples y fenoles enlazados glicosídicamente dentro de los fenólicos simples tienen el ácido vinílico, gálico, cumárico, cafeico y el hidroxitirosol los cuales se les considera de aroma secundario.

### ***2.2.21. Esteres y lactonas***

Los compuestos que dan el aroma en los aceites esenciales son los ésteres y lactonas alifáticas, aromáticas y terpénicas.

### ***2.2.22. Compuestos furánicos***

Al exponerlos a temperaturas poseen olor a caramelo, poseen una configuración planar la estructura química de los furanos presentan grupos oxigenados como alcoholes, aldehídos, cetonas y éteres.

### **2.2.23. Compuestos azufrados**

Los compuestos azufrados son conocidos por su olor desagradable presentes en diferentes alimentos.

Para la obtención de los aceites esenciales se puede obtener mediante varios procedimientos como por ejemplos para goma, resinas, bálsamos se da mediante el proceso de exudación para aceites esenciales y aguas aromáticas se aplica métodos de destilación directa, arrastre con vapor de agua y destilación-maceración por otra parte se extrae por medio de solventes como solventes volátiles, solventes fijos y extracción con fluidos en estado supercrítico (SENA, 2004, p.2).

### **2.2.24. Aceite esencial de eucalipto**

Es un agente natural, su mayor componente activo es el Cineol llamado también Eucaliptol, tiene la función de disminuir el uso de conservadores químicos para un producto. Los recubrimientos incorporados con aceite esencial de eucalipto son una buena alternativa tecnológica para la conservación de productos, por su propiedad antifúngica contra hongos.

### **2.2.25. Aceite esencial de romero**

El aceite esencial de romero (AER) está constituido por 14 derivados terpénicos; cineol (32 %), borneol (18 %), alcanfor (12 %), pineno, canfeno, acetato de bornilo y dipenteno, entre otros. Se extrae de la planta de romero, su nombre oficial y científico es *Rosmarinus officinalis* y se obtiene mediante la destilación de las hojas de romero. Estudios realizados con el aceite esencial de romero han comprobado que posee un efecto contra microorganismos resistentes, Gram-negativos, Gram-positivos se demostró la actividad antimicrobiana del aceite esencial de *R. officinalis* sobre tres bacterias Gram-positivas: *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus* y *Bacillus subtilis*. La actividad antibacteriana, antifúngica y antioxidante del aceite esencial de romero ha permitido ser utilizado como conservante alimentario en diversos productos (Cedeño & Zambrano, 2021, p.9).

### **2.2.26. Aceite esencial de orégano**

Varias especies del género *Origanum* son nativas del Mediterráneo. La influencia del clima, estación y el suelo sobre la composición del aceite esencial es mayor que la diferencia entre las

diversas especies. Los efectos positivos del orégano en la salud humana ya se han atribuido a su actividad antioxidante tanto en el aceite esencial y la fracción fenólica soluble.

El orégano es una especie genéticamente heterogénea debido a polinización cruzada natural, por lo tanto, resulta en gran variación en el contenido fenólico lo que limita su uso como un ingrediente en alimentos funcionales (Cedeño y Zambrano, 2021, p.4).

#### **2.2.27. Aceite esencial de menta**

El aceite esencial de menta contiene una gran variedad de componentes químicos y entre los que se caracterizan por ser los más importantes en su composición son los siguientes isomentano 2 – 3 %, mentofurano 2 – 7 %, neomentol 2,5 – 3,5 %, acetato de mentil 3 – 5 %, mentona 15 – 20 %, mentol 35 – 45 %. La menta conocida en las farmacopeas europeas y norteamericanas corresponde a la especie *Mentha piperita*, muy diferente a la existente en Colombia que es la *Mentha viridis*. La primera ha sido usada desde tiempos remotos contra problemas estomacales, sin embargo, el uso actual más difundido es su uso en perfumería por su alto contenido en mentol (50%) y mentona (10%). Para el análisis del aceite con CG quiral (Zambrano, 2012, p.6). El aceite esencial de menta cuenta en su composición con principios activos como el mentol, el mentona o el limoneno, actividad antimicrobiana y antioxidante podría utilizarse con fines nutricionales o como conservante natural de alimentos (Cedeño y Zambrano, 2021, p.5).

#### **2.2.28. Glicerina**

Se trata de un compuesto líquido a temperatura ambiente, viscoso, incoloro e inodoro, la presencia de los tres grupos hidroxilo le hace ser higroscópico, fácilmente soluble en agua y alcoholes, ligeramente soluble en disolventes orgánicos como éteres y dioxanos, e insoluble en hidrocarburo. Es un líquido viscoso claro que se obtiene por medio de hidrólisis de grasas y aceites mixtos que se localiza en alimentos, mercados boticarios y cosméticos, tiene un punto de ebullición elevado (Cedeño & Zambrano, 2021, p.6).

#### **2.2.29. Alimento**

Según la Real Academia Española un alimento es el conjunto de sustancias que un ser vivo toma para subsistir. Estos alimentos son transformados en nutrientes por los organismos para mantenerse vivos. Para ello un alimento debe o debería aportar diferentes compuestos químicos, como agua, lípidos, proteínas, carbohidratos y otros componentes, que, aunque minoritarios fundamentales como son los minerales y vitaminas (UNAM, 2021, p.5).

### 2.2.30. *Frutas*

Son partes de plantas cultivadas o silvestres que protegen a las semillas y asegurar su difusión, provienen de la flor o parte de esta. Las frutas se pueden clasificar por el tipo comercial, por el clima, por la estación del año, por su color, por su tamaño y su forma de maduración (UNAM, 2021, p.6).

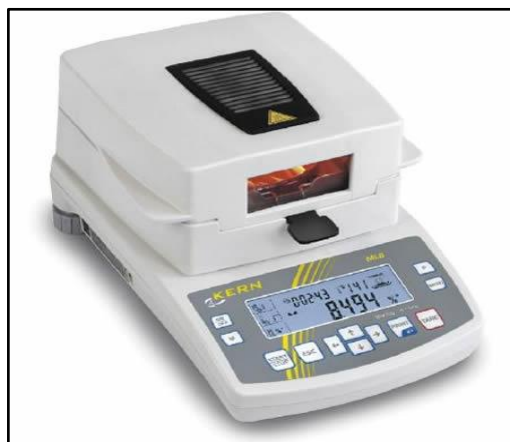
#### 2.2.30.1. *Bases conceptuales*

Para la elaboración del bioplástico el almidón, los aceites esenciales y la glicerina fueron comprados en la ciudad de Riobamba por medio de reciento comercial.

### 2.2.31. *Propiedades fisicoquímicas del bioplástico*

- Humedad

La prueba de humedad comprende la cantidad de vapor del agua que posee un material o sustancia, la humedad tanto internas como externas afecta la calidad de los productos, al momento de obtener un valor alto de humedad disminuirá la calidad del producto. Los procesos de secado son los más comunes para determinar la humedad de los materiales, muestras los mismos que nos ayudan a determinar la calidad de dichos productos, por lo cual siempre se ha manejado por la utilización de la estufa y con avances tecnológicos ya se puede utilizar la termobalanza la misma que se utilizará en este trabajo de investigación (SCIENTISTLIVE, 2013, p.7).



**Ilustración 2-3:** Determinador de humedad

Fuente: (TECHLAB, 2021).

- Solubilidad

El ensayo de solubilidad de los polímeros es importante al momento de especificar su resistencia a diversos ambientes, por su empleo en tuberías, maquinaria, recipientes de almacenamiento, adhesivos, etc. Donde se colocan las pequeñas partículas del polímero con el disolvente, que en una fase inicial el disolvente penetra la muestra del polímero hinchándolo y formando un gel, específicamente para el caso de polímeros no reticulados, el proceso sigue hasta formar una verdadera solución en la que se encuentran separadas las macromoléculas, el grado de hinchamiento depende de la interacción con el disolvente y del grado de reticulación del polímero (Aucapiña & Heredia, 2019, p.6).



**Ilustración 2-4:** Incubadora Innova 40 para Laboratorio

**Fuente:** (Labomersa, 2022).

- Permeabilidad del agua

La permeabilidad es el proceso de transferencia de masa y energía en el cual se produce el paso de moléculas a través del material polimérico. En el caso de empaques destinados para alimentos los materiales deben cumplir con características básicas de transferencia de vapor de agua y de gases, que puede ocurrir por dos mecanismos de transferencia de masa: el fluido capilar y el de difusión activada; en el primer caso las moléculas pasan a través de un medio altamente poroso a diferencia de la difusión activada donde ocurre bajo un gradiente de concentración. La propiedad de permeabilidad en los materiales de empaque es vital, ya que de ello depende que el sistema actúe a favor de la conservación del producto, siempre y cuando se establezca un adecuado flujo de los gases y calor producto de los procesos de respiración y transpiración (Garavito, 2021). El volumen está establecido por la densidad y las propiedades físicas del polímero, la cristalinidad también juega un papel importante sobre la permeabilidad, esta indica el grado de ordenamiento

molecular que posee la estructura del empaque, cuando este factor tiende a aumentar ocasiona una disminución en la movilidad y capacidad de absorción. Finalmente, y no menos importante, la orientación molecular, hace referencia a la alteración mecánica y realineamiento de la estructura del material, dicha orientación define el aumento de cristalinidad y, en consecuencia, la disminución del volumen libre lo que puede traducirse en una mejora de las propiedades de barrera (Garavito, 2021, p.6)

### ***2.2.32. Máquina universal para pruebas mecánicas***

Esta máquina viene junto con una computadora, impresora HP, extensómetro de gran calibre, codificador fotoeléctrico y un software de prueba universal que conllevan todas las funciones requeridas esta puede completar fácilmente la función de prueba contiene una hebra dedicada a las mordazas alargadas para que esta se asegure que la muestra se rompa en la mitad. Los resultados obtenidos de las pruebas se pueden consultar e imprimir como: fuerza, desplazamiento, fuerza-deformación, desplazamiento, tensión-deformación, fuerza, distorsión del tiempo, tiempo.



**Ilustración 2-5:** Máquina de ensayos universales CMSUTM-20

**Fuente:** (CMS Metrology, 2020).

### **2.2.33. Ensayos de actividad antimicrobiana**

Dichos ensayos se realizaron en la ciudad de Cuenca utilizando el método Kirby-Bauer, el antibiograma disco-placa es uno de los métodos que el National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCLS) sugiere que, para la determinación de la sensibilidad bacteriana a los antimicrobianos, se deposita, en una placa de Petri previamente inoculada con el microorganismo las muestras a realizar. Transcurridas 18-24 horas de incubación los discos aparecen rodeados por una zona de inhibición después se mide el diámetro de la zona de inhibición obtenida por cada una de las cepas utilizadas, después se realiza la lectura de los halos de inhibición del cual se debe interpretarse como sensible (S), intermedia (I) o resistente (R) según las categorías establecidas por el NCCLS (Picazo, 2019, p.6).

### **2.2.34. Bacterias mas comunes**

***Escherichia coli***: es un bacilo gram negativo, anaerobio facultativo de la familia Enterobacteriaceae, tribu Escherichia, esta coloniza el intestino del hombre pocas horas después del nacimiento y se le considera un microorganismo de flora normal, sin embargo, existen cepas que pueden ser patógenas y causar daño produciendo diferentes cuadros clínicos, entre ellos diarrea (Picazo, 2019, p.3).

***Klebsiella pneumoniae***: es la especie de mayor relevancia clínica dentro del género bacteriano Klebsiella, compuesto por bacterias gramnegativas de la familia Enterobacteriaceae, que desarrollan un importante papel como causa de las enfermedades infecciosas oportunistas. El género fue llamado así en honor a Edwin Klebs, un microbiólogo alemán de finales del siglo XIX (Picazo, 2019, p.4).



## CAPITULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Enfoque de investigación

Este proyecto de investigación tiene un enfoque mixto lo que quiere decir una investigación cualitativa y cuantitativa, ya que al ser cualitativa es debido a que cada aceite esencial (Eucalipto, Romero, Orégano y Menta), otorgó características de color, flexibilidad, olor y textura en la elaboración del bioplástico, mientras tanto por la parte cuantitativa es por los análisis fisicoquímicos, resistencia mecánica y ensayos antimicrobianos a obtener.

#### 3.2. Nivel de investigación

Este trabajo es de tipo explicativa ya que tiene como objetivo ver cuál de los aceites esenciales rendirán microbiológicamente en el empaque de alimentos, los mismos que serán analizados mediante ensayos microbiológicos.

#### 3.3. Diseño de investigación

Es un diseño factorial mixto debido a que tenemos dos factores el primero con 4 niveles los cuales son los diferentes aceites esenciales (Eucalipto, Romero, Orégano, Menta) y el segundo con tres niveles las cuales son las diferentes concentraciones (0,25; 0,50 y 0,75 ml) es decir los factores estudiados no tienen el mismo número de niveles y se realizara 2 réplicas por cada aceite.

#### 3.4. Según la manipulación o no de la variable independiente

##### 3.4.1. *Variable dependiente*

Láminas Biodegradables

##### 3.4.2. *Variables independientes*

Aceites Esenciales (Eucalipto, Romero, Orégano, Menta)

### **3.5. Hipótesis general**

Los empaques enriquecidos con aceites esenciales (romero, menta, eucalipto y orégano) rendirán para la inhibición del deterioro de los alimentos.

### **3.6. Hipótesis específica**

**H<sub>0</sub>**: No existe efecto significativo del almidón de yuca para la elaboración de láminas biodegradables.

**H<sub>1</sub>**: Si existe efecto significativo del almidón de yuca para la elaboración de láminas biodegradables.

**H<sub>0</sub>**: No existe efecto significativo del tipo de aceite utilizado en la elaboración del bioplástico.

**H<sub>1</sub>**: Si existe efecto significativo del tipo de aceite utilizado en la elaboración del bioplástico.

**H<sub>0</sub>**: No existe efecto significativo en el porcentaje de elongación con las láminas biodegradables.

**H<sub>1</sub>**: Si existe efecto significativo en el porcentaje de elongación con las láminas biodegradables.

Nivel de confianza

$$\alpha = 0,05$$

### **3.7. Según las intervenciones en el trabajo de campo**

Este trabajo de investigación se manejó las variables longitudinales ya que se recolectarán datos cualitativos y cuantitativos, por lo tanto la materia prima será el almidón de yuca que se obtendrá por medio de recinto comercial la cual se va a ir preparando con glicerina al 99%, agua destilada y cuatro tipos de aceites esenciales (Eucalipto, Romero, Orégano y Menta), para la obtención del bioplástico, posteriormente se realizaran análisis fisicoquímicas, resistencia mecánica y ensayos antimicrobianos.

### **3.8. Tipo de estudio**

Según el tipo de estudio por medio del método de investigación es mixta ya que se combinan los procesos para llegar al resultado ya sea de una manera cualitativa como cuantitativa, según el objetivo se utiliza la investigación aplicada ya que pondremos en práctica los conocimientos adquiridos durante los periodos académicos aprobados, para así comprobar en persona los resultados obtenidos en este caso la obtención del bioplástico y al momento de comprobar sus

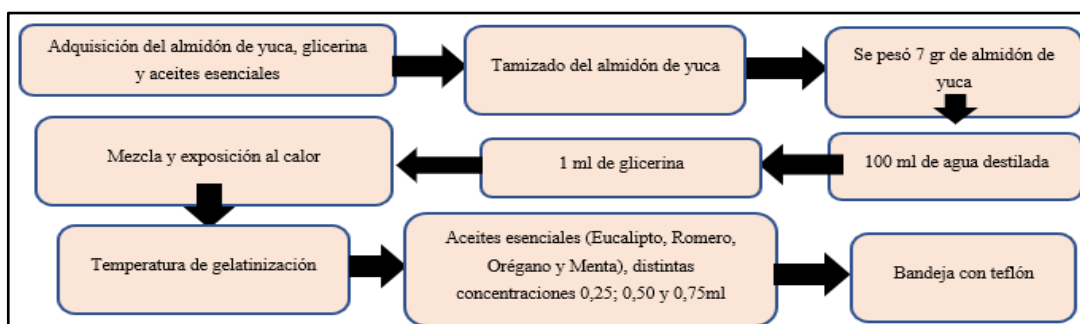
resultados mediante propiedades fisicoquímicas, resistencia mecánica del bioplástico y ensayos microbiológicos. Según el nivel de profundización en el objeto de estudio se puede decir que es de tipo explicativa porque busca comprobar cuál de los aceites esenciales tendrá un mejor rendimiento al inhibir microbiológicamente el empaque de alimentos. Según la manipulación de variables se desarrolla por el método de investigación experimental ya que va a partir de una variable experimental no comprobada con el fin de describir la causa por la que se produce esa situación y la cual será comprobada por medio del tipo experimental bifactorial. Por la condición de estudio se aplicará la investigación de laboratorio porque mediante procesos podremos analizar las distintas variables expuestas en esta investigación. Según el período temporal es una investigación de tipo transversal, se realizará en un determinado tiempo con el fin de alcanzar los objetivos expuestos para la elaboración de láminas biodegradables. Finalmente, según el tipo de inferencia es una investigación hipotética deductiva, ya que se fundamenta en un procedimiento metodológico la cual se encarga de proponer hipótesis, probar las mismas y por último realizar las respectivas conclusiones de dichos hechos.

### **3.9. Población y planificación, selección y cálculo del tamaño de la muestra**

#### ***3.9.1. Población y planificación***

La población es la materia prima la cual será utilizada para el fin de esta investigación, la misma que es el almidón de yuca ya elaborada y se obtuvo en la ciudad de Riobamba por medio de recinto comercial. Para la respectiva elaboración del bioplástico con almidón de yuca se realizó en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la provincia de Chimborazo cantón Riobamba en la dirección Panamericana Sur Km1½ en la Facultad de Ciencias trabajando en los Laboratorios de Química Orgánica y Laboratorio de Investigación, donde se desarrollaron las pruebas fisicoquímicas y resistencia mecánica. Los ensayos antimicrobianos se realizaron en la Universidad de Cuenca ubicado en la ciudad de Cuenca en la Av. 12 de abril y Cuenca en la Facultad de Ciencias. Para la aplicación de necesito 7 gr de almidón de yuca y se manejó con tres distintas concentraciones 0,25; 0,50 y 0,75 ml de los diferentes aceites (Eucalipto, Romero, Orégano y Menta).

### 3.9.2. Selección y cálculo del tamaño de la muestra



**Ilustración 3-1:** Proceso de la elaboración de láminas biodegradables con aceites esenciales

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.

## 3.10. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

### 3.10.1. Análisis físico químico del almidón de yuca

Los respectivos análisis se realizaron en la Facultad de Ciencias en el Laboratorio de Investigación ESPOCH.

- Humedad

Pérdida de masa que experimenta el producto bajo las condiciones de ensayo especificadas (NTE INEN-ISO 1666, 2014).

**Tabla 3-1:** Humedad

<b>Materiales y Equipos</b>
Balanza de humedad
<b>Reactivos y Sustancias</b>
Almidón de yuca
<b>Procedimiento</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La balanza debe colocarse en una base estable y se conecta para su respectivo uso.</li> <li>2. Abrir la termobalanza y colocar el plato protector para los platillos de prueba.</li> <li>3. Colocar el plato protector encima del platillo de prueba se cierra y se encera.</li> <li>4. Abrimos la termobalanza y pesamos 3 gr de almidón y ponemos a una temperatura de 105°C</li> <li>5. Lo cerramos y oprimimos el botón start</li> </ol>

6. Esperamos y finalmente suena al momento que nos arroja el valor de humedad.
7. Anotamos el valor
<b>Cálculos</b>
En este proceso no se necesita realizar ningún calculo porque la termobalanza te arroja directo el valor de humedad.

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.

- Ceniza

El análisis de cenizas tiene como fin quemar todos los sólidos combustibles de la muestra y resultado de la combustión obtenemos las cenizas, para realizar este proceso vamos a hacer uso de la mufla en el laboratorio de investigación (Tirado, 2015, p.3).

**Tabla 3-2:** Cenizas

<b>Materiales y Equipos</b>
Crisoles Mufla Desecador Balanza analítica
<b>Reactivos y Sustancias</b>
Almidón de yuca
<b>Procedimiento</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tarar los crisoles de porcelana (3) por dos horas a una temperatura de 550 °C en la estufa.</li> <li>2. Poner en el desecador hasta enfriar.</li> <li>3. Una vez frio pesarlos y anotar su peso.</li> <li>4. En cada crisol se coloca 1 gr de almidón de yuca.</li> <li>5. Se coloca en la mufla a 550 °C por 24 horas.</li> <li>6. Retirar de la mufla y poner en el desecador por 30 min.</li> <li>7. Pesar los resultados obtenidos.</li> </ol>
<b>Cálculos</b>
$\text{Ceniza} = \frac{\text{Peso de cenizas (gr)}}{\text{Peso de la muestra (gr)}} \times 100\%$

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.

### 3.10.2. Índice de solubilidad

El índice de solubilidad tiene como función reaccionar el almidón con el agua y disolverla para indicarnos el grado de asociación existente entre la amilosa y amilopectina, por otra parte, poder observar si hubo o no poder de hinchamiento del almidón (Meaño et al, 2014).

**Tabla 3-3:** Solubilidad

<b>Materiales y Equipos</b>
Tubos de plástico Vasos de 25 ml Estufa Desecador Centrifugar
<b>Reactivos y Sustancias</b>
Almidón de yuca Agua destilada
<b>Procedimiento</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Poner en la estufa 3 tubos y 3 vasos de 25ml para tarar.</li><li>2. Poner en el desecador los 3 tubos y 3 vasos por 30 min y pesar.</li><li>3. Se pesa 1,25 gr de almidón de yuca y se coloca 30ml de <math>H_2O</math> en cada tubo.</li><li>4. Poner 3 tubos en baño maría por 10 min, sacar y agitar por 20 min.</li><li>5. Centrifugar a 3000RPM con T° 20 °C en 46 min.</li><li>6. Recoger el sobrenadante 10ml en cada vaso.</li><li>7. Poner los 3 vasos en la estufa por 24 horas.</li><li>8. Poner los 3 vasos en el desecador por 30 min.</li><li>9. Pesar.</li></ol>
<b>Cálculos</b>
Solubilidad = $\frac{(\text{Peso del vaso vacío} - \text{peso del vaso} + \text{muestra}) \times V \times 100}{\text{Peso del almidón}}$

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.

- pH

El pH es una propiedad muy importante en el almidón ya que le da una propensión de ceder o aceptar hidrogeniones, tiene una escala de 0-14 y su valor se obtiene dependiendo del almidón (Holguin, 2019, p.33).

**Tabla 3-4: pH**

<b>Materiales y Equipos</b>
Balanza analítica Probeta Vaso de precipitación de 200ml Shaker pH metro
<b>Reactivos y Sustancias</b>
Almidón de yuca Agua destilada
<b>Procedimiento</b>
1. Pesar 5gr de almidón + 25ml de agua destilada. 2. Poner por 30 min en el Shaker. 3. Poner a reposar por 20 min para que sedimente. 4. Tomar el sobrenadante. 5. Medir el pH y anotar el valor dado.
<b>Cálculos</b>
El pH metro arroja el valor directamente.

**Realizado por:** Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.

- Viscosidad

Este análisis es la resistencia de las moléculas de un fluido a deformarse, la viscosidad pertenece a fluidos en movimiento no a estáticos ya que sus moléculas se encuentran en estado estacionario (Holguin, 2019, p.3).

**Tabla 3-5: Viscosidad**

<b>Materiales y Equipos</b>
Balanza analítica Vaso de precipitación de 600ml Vaso de precipitación de 800ml Reverbero Viscosímetro
<b>Reactivos y Sustancias</b>
Almidón de yuca Agua destilada

<b>Procedimiento</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pesar 25gr de almidón + 500ml de agua destilada.</li> <li>2. Poner a calentar en el reverbero hasta que hierva.</li> <li>3. Retirar la mezcla y dejar enfriar hasta 25ml.</li> <li>4. Llevar al equipo viscosímetro para medir la viscosidad.</li> </ol>
<b>Cálculos</b>
El equipo llamado viscosímetro arroja el valor directamente.

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.

### 3.10.3. Temperatura de gelatinización

En este análisis presenta una pasta llamada gelatinización la cual se obtiene al exponerle al calor ya que los gránulos se reorganizan estructuralmente al ponerle en contacto con agua caliente (Holguin, 2019). Es una característica específica de cada almidón en particular y depende de diversos factores, como el tamaño de los gránulos, la relación amilosa/amilopectina y las fuerzas intra e intermoleculares, entre otras (Rached et al., 2006, p.2).

**Tabla 3-6:** Gelatinización

<b>Materiales y Equipos</b>
Balanza analítica Vaso de precipitación de 600ml Vaso de precipitación de 800ml Reverbero Termómetro Varilla de agitación
<b>Reactivos y Sustancias</b>
Almidón de yuca Agua destilada
<b>Procedimiento</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Calentar agua en el reverbero en el vaso de 800ml</li> <li>2. Pesar 5gr de almidón + 50ml de agua destilada.</li> <li>3. Colocar la muestra a baño maría y agitar hasta que obtengamos un gel.</li> <li>4. Retirarlo y tomar la temperatura con el termómetro.</li> </ol>
<b>Cálculos</b>
Anotar el valor respectivo que nos dé en el termómetro.

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.



### 3.10.4. Prueba de hongos, levaduras, mohos y coliformes totales

Se realiza el respectivo análisis con el fin de poder observar la presencia de células bacterianas o unidades formadoras de colonias en el almidón (INEN NTE 1529-10, 2013, p.7).

**Tabla 3-7:** Pruebas con microorganismos

<b>Procedimiento</b>
Este procedimiento se realizó en el laboratorio de aguas residuales en la Facultad de Ciencias ESPOCH.
<b>Cálculos</b>
Los resultados se nos otorgan en un sobre sellado.

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.

### 3.10.5. Amilosa y amilopectina

Este análisis tiene como fin determinar la calidad de los alimentos terminados, los que tienen mayor porcentaje de amilosa tienen mayor solubilidad, viscosidad, claridad del engrudo y mejor tendencia a la retrogradación de los geles. La amilopectina se obtiene de la resta del valor dado por la amilosa (NTE INEN-ISO 6647-1, 2014).

**Tabla 3-8:** Amilos y amilopectina

<b>Procedimiento</b>
La prueba se le envió al laboratorio INIAP en la ciudad de Quito.
<b>Cálculos</b>
Los resultados se nos otorgan por medio del correo institucional.

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.

### 3.10.6. Análisis físico químico, resistencia mecánica y ensayos antimicrobianos del bioplástico

Los análisis físico químico y resistencia mecánica se realizaron en la ESPOCH, Facultad de Ciencias mientras tanto los ensayos antimicrobianos fueron analizados en ciudad de Cuenca en la Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias.

**Tabla 3-9: Humedad**

<b>Materiales y Equipos</b>
Balanza de humedad Bioplástico
<b>Procedimiento</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La balanza debe colocarse en una base estable y se conecta para su respectivo uso.</li> <li>2. Abrir la termobalanza y colocar el plato protector para los platillos de prueba.</li> <li>3. Colocar el plato protector encima del platillo de prueba se cierra y se encera.</li> <li>4. Abrimos la termobalanza, colocamos el bioplástico y ponemos a una temperatura de 105°C</li> <li>5. Lo cerramos y oprimimos el botón start</li> <li>6. Esperamos y finalmente suena al momento que nos arroja el valor de humedad.</li> <li>7. Anotamos el valor</li> </ol>
<b>Cálculos</b>
En este proceso no se necesita realizar ningún calculo porque la termobalanza te arroja directo el valor de humedad.

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.

**Tabla 3-10: Solubilidad**

<b>Materiales y Equipos</b>
Bioplástico Balanza analítica Cajas Petri Matraz Erlenmeyer Espátula Shaker
<b>Reactivos y Sustancias</b>
Agua destilada
<b>Procedimiento</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recortamos las láminas 2x2 cm de cada muestra.</li> <li>2. Luego se coloca en cajas Petri y se comienza a pesar en una balanza analítica las láminas.</li> <li>3. Posteriormente se les coloca en un matraz Erlenmeyer con 80ml de agua destilada.</li> <li>4. En cada uno se coloca el bioplástico para llevarlo al Shaker durante una hora.</li> <li>5. Después del tiempo estimado se retira la lámina y se coloca en la caja Petri.</li> <li>6. Se coloca en la estufa a una temperatura de 40 °C.</li> </ol>

<p>7. Después de esa temperatura se procede a pesar.</p> <p>8. Luego se mete en la estufa por segunda vez a una temperatura de 105°C.</p> <p>9. Finalmente, se los retira para pesarlos y se anota los pesos obtenidos para aplicar la fórmula.</p>
<b>Cálculos</b>
$\% \text{ Solubilidad} = \frac{\text{peso inicial seco} - \text{peso final seco}}{\text{peso inicial seco}} \times 100$

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.

**Tabla 3-11:** Permeabilidad del agua

<b>Materiales y Equipos</b>
<p>Balanza analítica</p> <p>Desecador</p> <p>Tubos de ensayo</p> <p>Bioplástico</p>
<b>Reactivos y Sustancias</b>
Sílice (activada)
<b>Procedimiento</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se cortan las láminas biodegradables de los diferentes tipos de aceites esenciales con 0,25; 0,50 y 0,75 ml, en cuadros (3x3 cm) y pesar cada lámina.</li> <li>2. Tomar tubos de ensayo, etiquetarlos y colocar 1gr de gel de sílice en el respectivo tubo.</li> <li>3. En los tubos con gel de sílice envolver los cuadros de las láminas biodegradables y asegurarlas para evitar espacios abiertos.</li> <li>4. Se toma el primer peso antes de colocarlos en el desecador</li> <li>5. Después colocar todos los tubos de ensayo en el desecador e ir tomando el peso de cada laminas por cada hora durante 6 horas.</li> </ol>
<b>Cálculos</b>
$PVA = \frac{Q}{(t)(A)} * E$
<p><b>Q:</b> Pérdida de peso de la lámina</p> <p><b>t:</b> Tiempo</p> <p><b>A:</b> Área</p> <p><b>E:</b> Espesor</p>

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.

**Tabla 3-12:** Pruebas mecánicas del bioplástico

<b>Materiales y Equipos</b>
Equipo de resistencia mecánica de plástico Bioplástico Molde facilitado por el Laboratorio de Investigación
<b>Procedimiento</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se cortan las láminas biodegradables de los diferentes tipos de aceites esenciales con 0,25; 0,50 y 0,75 ml en forma del molde facilitado.</li> <li>2. Una vez recortado se mide con el pie de rey el espesor y lo ancho.</li> <li>3. Se coloca en el equipo y se mide la longitud.</li> <li>4. Se procede a meter los datos al equipo para su respectivo análisis.</li> </ol>
<b>Cálculos</b>
La información se facilita en un Cd para su respectivo análisis.

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.

### 3.10.7. Ensayos antimicrobianos

**Tabla 3-13:** Proceso de ensayo

<b>Materiales y Equipos</b>
Cajas Petri Cotonetes Molde Tijera desinfectada Esfero Papel desechable Parafilm Bacterias <i>Escherichia coli</i> y <i>Klebsiella pneumoniae</i>
<b>Reactivos y Sustancias</b>
Alcohol
<b>Procedimiento</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recortar acorde al molde, el bioplástico.</li> <li>2. Rotular las cajas Petri para su respectiva aplicación.</li> <li>3. Colocar los bioplásticos recortados en las cajas Petri.</li> <li>4. Se aplica las diferentes bacterias con cotonete en cada caja Petri donde se encuentra el bioplástico.</li> <li>5. Se lo sella con el Parafilm y se deja durante 24 horas.</li> </ol>

6. Se mide con una regla los mm en las cajas Petri que haya presencia de actividad antimicrobiana.
7. Se anota los resultados.

**Realizado por:** Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.

### 3.11. Materiales, equipos y reactivos

**Tabla 3-14:** Materiales utilizados en la investigación

<b>Materiales</b>	
<b>Elementos</b>	<b>Cantidad</b>
Bandejas con Teflón	14
Varilla de agitación	2
Caja Petri	13
Cotonetes	1
Espátula	2
Etiquetas	2
Fundas Ziploc	3
Gradilla	2
Jabón líquido	2
Malla de asbesto	2
Matraces de 250 ml	24
Parafilm	1
Probeta de 100 ml	2
Probeta de 25 ml	2
Pipetas Pasteur	4
Piseta	1
Termómetro	2
Toallas de laboratorio	3
Tubos de ensayo	24
Vaso de precipitación de 200ml	2
Vidrio reloj mediano	2

**Realizado por:** Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.

**Tabla 3-15:** Equipos

Agitador magnético	2	Thermo scientific, modelo Cimarec
Balanza analítica	2	Balanza analítica FC-L.PN-15 INV53447
Desecador	1	SCI-SOLS CONO 00005
Estufa	1	Secador de bandejas FC-L. OU-1 4
Equipo Universal de Resistencia Mecánica	1	Resistencia de tracción 100KN
Mufla	1	FC-L.PN-15. INV81416
pHmetro	1	Fisher scientific, modelo XL150
Reverbero	2	MATSUI NO-MT-E01
Shaker	1	MIX equipamentos NT-712
Termobalanza	1	Termobalanza PCE-MA
Viscosímetro	1	Kalstein-8101

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.

### 3.12. Reactivos y sustancias

**Tabla 3-16:** Reactivos

Agua destilada	20
Etanol 96%	1 L
Glicerina al 99%	200 MI

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.

**Tabla 3-17:** Sustancias

Aceite de Romero	1
Aceite de Eucalipto	1
Aceite de Orégano	1

Aceite de Menta	1
-----------------	---

**Realizado por:** Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.

## CAPITULO IV

### 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

**Tabla 4-1:** Variables utilizadas para la elaboración del bioplástico con almidón de yuca

Tratamiento	Variables		Constantes	
	Almidon (gr)	Aceites (ml)	Agua destilada (ml)	Glicerina (ml)
TE1	7,004	0,25	100 ml	1 ml
TE2	7,005	0,50		
TE3	7,001	0,75		
TER1	7,003	0,25		
TER2	7,004	0,50		
TER3	7,007	0,75		
TR1	7,003	0,25		
TR2	7,004	0,50		
TR3	7,002	0,75		
TRR1	7,007	0,25		
TRR2	7,001	0,50		
TRR3	7,001	0,75		
TO1	7,005	0,25		
TO2	7,006	0,50		
TO3	7,003	0,75		
TOR1	7,002	0,25		
TOR2	7,003	0,50		
TOR3	7,002	0,75		
TM1	7,002	0,25		
TM2	7,002	0,50		
TM3	7,001	0,75		
TMR1	7,003	0,25		
TMR2	7,001	0,50		
TMR3	7,004	0,75		

\*TE:1-2-3: tratamiento aceite eucalipto concentración (0,25; 0,50; 0,75mL); \*\*TER:1-2-3: tratamiento aceite eucalipto repetición concentración (0,25; 0,50; 0,75mL); \*TR:1-2-3: tratamiento aceite romero concentración (0,25; 0,50; 0,75mL); \*\*TRR:1-2-3: tratamiento aceite romero repetición concentración (0,25; 0,50; 0,75mL); \*TO:1-2-3: tratamiento aceite orégano concentración (0,25; 0,50; 0,75mL); \*\*TOR:1-2-3: tratamiento aceite orégano repetición concentración (0,25; 0,50;



0,75mL); \*TM:1-2-3: tratamiento aceite menta concentración (0,25; 0,50; 0,75mL); \*\*TMR:1-2-3: tratamiento aceite menta repetición concentración (0,25; 0,50; 0,75mL); **Realizado por:** Guaylla, T.; Jara, Y., (2023)

**Realizado por:** Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.

#### 4.1. Análisis fisicoquímico y microbiológico del almidón de yuca

Para la elaboración del bioplástico se utilizó como materia prima el almidón de yuca comercial con un peso de 7 gr, se colocó en un vaso de precipitación de 200ml, luego se añadió 100ml de agua destilada, 1ml de glicerina al 99% una vez teniendo todo se mezcló para facilitar su disolución, se calentó en un reverbero hasta que todo se encuentre bien incorporado una vez que llegue a su punto de gelatinización el cual se encuentra en un rango de 68° a 72° C, se colocó las diferentes concentraciones (0,25, 0,50 y 0,75 ml) con los distintos aceites esenciales (Eucalipto, Romero, Orégano y Menta) se mezcló bien y se procedió a colocarle en un molde antiadherente que podría ser un molde de teflón en buen estado, se dejó secar por 3-10 días en un lugar libre de polvo y que sea seguro, cabe recalcar que dependió mucho del tipo de aceite para su respectivo secado.

**Tabla 4-2:** Análisis fisicoquímica y microbiológico del almidón de yuca con sus respectivos rangos

N°	PARÁMETROS	UNIDADES	VALOR	RANGO	NORMA
1	Humedad	%	12,16	10-13%	(FAO Grace, 1977)
2	Ceniza	%	0,39	<0,12	(FAO Grace, 1977)
3	Solubilidad	%	11,26	0,27-12,32%	(FAO Grace, 1977)
4	pH		5,1	4,5-5.5	(FAO Grace, 1977)
5	Viscosidad de un gel de almidón	cP	697	400-900cP	(FAO Grace, 1977)
6	Temperatura de gelatinización	°C	70	58,5-70°C	(FAO Grace, 1977)

7	Amilosa	%	26,86	25-30%	(Gutiérrez, 2020)
8	Amilopectina	%	73,14	70-75%	
9	Hongos	UPC/g	0	1000-5000	(FAO Grace, 1977)
10	Levaduras y mohos	UPC/g	0	1000-5000	
11	Coliformes totales	UPC/g	0	<10	

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.

#### 4.2. Prueba de humedad

**Tabla 4-3:** Promedio del porcentaje de humedad

<b>PRUEBA 1</b>	12,34%
<b>PRUEBA 2</b>	11,72%
<b>PRUEBA 3</b>	12,42%
<b>PROMEDIO</b>	<b>12,16%</b>

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.

El valor promedio de humedad del almidón de yuca es de 12,16%, según la norma (FAO Grace, 1977), los rangos establecidos van de 10% a 13% para almidones en el sector industrial, la cual este se encuentra dentro del rango requerido. Cuando el almidón de yuca sobrepase el 13% de humedad permite la formación de hongos, levaduras y a su vez puede generar reacciones de fermentación, las mismas que aumentarían la acidez titulable y disminuirían el pH del almidón.

#### 4.3. Prueba de cenizas

**Tabla 4-4:** Promedio del porcentaje de cenizas

	<b>PORCENTAJE DE CENIZAS</b>
<b>PRUEBA 1</b>	0,37%
<b>PRUEBA 2</b>	0,45%
<b>PRUEBA 3</b>	0,35%

**PROMEDIO**

**0,39%**

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.

El promedio obtenido en las cenizas del almidón de yuca es de 0,39%, según la (FAO Grace, 1977), el rango establecido es de <0,12% lo que nos indica que la materia prima utilizada no se encuentra dentro del rango dado, esto se debe a que el proceso de extracción del almidón modificado se realiza a escala manual, semimecanizado o también por tecnología para secar el almidón, estos métodos de secado producen un alto contenido en las cenizas, y más cuando el proceso de extracción se lo hace sobre patios de concreto. Según (Zahedi et al., 2010, p.7) nos dice que el valor obtenido en nuestro trabajo esta apto para la elaboración de películas y recubrimientos biodegradables las cuales ayudan a estabilizar las propiedades funcionales y nutricionales de los alimentos a nivel industrial.

#### 4.4. Prueba de solubilidad

**Tabla 4-5:** Promedio del porcentaje de solubilidad

	<b>PESO DEL ALMIDON</b>	<b>VOLUMEN DE H<sub>2</sub>O</b>	<b>PESO DEL VASO VACÍO</b>	<b>PESO DEL VASO + MUESTRA DESPUÉS DE LA ESTUFA</b>	<b>SOLUBILIDAD</b>
<b>PRUEBA 1</b>	1,255	30 ml	31,656	31,514	11,31%
<b>PRUEBA 2</b>	1,253	30 ml	32,471	2,33	11,25%
<b>PRUEBA 3</b>	1,256	30ml	31,451	31,31	11,23%
<b>PROMEDIO</b>					<b>11,26%</b>

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.

Para el análisis de solubilidad del almidón de yuca se obtuvo un promedio de 11, 26%, según la (FAO Grace, 1977, p.3), el rango establecido es de 0,27%-12,32% lo que nos indica es que el almidón de yuca se encuentra dentro del rango requerido. (Aristizábal y Sánchez, 2007, p.4), resaltan que un porcentaje bajo de solubilidad son aquellos almidones que tienen buena calidad.

#### 4.5. Prueba de pH

**Tabla 4-6:** Valor del promedio del pH

**PRUEBA 1**

4,6

<b>PRUEBA 2</b>	5,2
<b>PRUEBA 3</b>	5.5
<b>PROMEDIO</b>	<b>5,1</b>

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.

El promedio de pH de las tres pruebas es de 5,1, según la (FAO Grace, 1977, p.4), el rango establecido para pH de almidón modificado a escala industrial va de 4,5 a 5,5, lo que nos indica que se encuentra dentro del rango establecido por esta norma, de acuerdo con (Badui et al., 2011, p.5), cuando el pH es bajo se le hace difícil al microorganismo sobrevivir y crecer en el almidón, por lo cual este es un medio de conservación y una forma de mantener los alimentos seguros para el consumo.

#### 4.6. Prueba de viscosidad de un gel de almidón

El valor obtenido del análisis mediante el cual se desarrolló al disolver el almidón de yuca con agua y exponiéndolo a baño maría para así alcanzar su temperatura de gelatinización, posteriormente se dejó enfriar hasta alcanzar la temperatura ambiente para poder obtener el valor que fue de 697cP, la misma que nos indica que se encuentra dentro del rango establecido por la (FAO Grace, 1977, p.2) para almidones modificados, la cual es de 400-900cP. Dentro de este marco, (Galán, 2018, p.1), menciona que la viscosidad medida en Centipoise (Cp) para la industria alimentaria es de suma importancia conocerlo por el proceso de fabricación y el dimensionamiento de los equipos, para así lograr la mejor calidad del producto.

#### 4.7. Prueba temperatura de gelatinización

**Tabla 4-7:** Valor del promedio de temperatura de gelatinización

<b>PRUEBA 1</b>	70°C
<b>PRUEBA 2</b>	68°C
<b>PRUEBA 3</b>	72°C
<b>PROMEDIO</b>	<b>70°C</b>

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.

La media obtenida en la prueba de gelatinización del almidón de yuca fue un valor de 70°C y según la (FAO Grace, 1977), el rango establecido es de 58,5°C a 70°C lo que nos indica que este se encuentra dentro del rango establecido para almidones modificados de uso comercial e industrial. La temperatura de gelatinización es un índice de ordenamiento intragranular y entre mayor sea este valor, mayor será el grado de asociación de las moléculas dentro del gránulo de almidón (Rached et al., 2006, p.4).

#### 4.8. Prueba de amilosa y amilopectina

**Tabla 4-8:** Porcentaje de la amilosa y amilopectina

<b>Amilosa</b>	26,86%
<b>Amilopectina</b>	73,14%

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.

De acuerdo con (Carvalho, 2008, p.4), establece que los rangos para el almidón de yuca modificados a escala industrial y comercial en porcentaje de amilosa son de 20-30% para poder producir geles más fuertes, además es la más estrechamente relacionada con la habilidad de formar películas y recubrimientos debido a su predominante naturaleza lineal. Para la amilopectina acoge rangos de 70-75% lo que nos indica que el valor obtenido en nuestra muestra cumple con dichos rangos ya que dieron un valor de amilosa con 26,86% y amilopectina con 73,14%. Las muestras fueron analizadas en INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) en la ciudad de Quito. Caso contrario fue en el estudio de (Chuiza et al., 2020, p.4), ya que su valor obtenido de amilosa es de 10,94%; puesto que este valor es bajo dieron a conocer que se necesitó mayor cantidad de almidón para que se pueda elaborar la lámina biodegradable.

#### 4.9. Pruebas microbiológicas

**Tabla 4-9:** Valores presentes en levaduras y mohos, hongos y coliformes totales

<b>Levaduras y mohos</b>	<b>UFC/g</b>	Ausencia
<b>Hongos</b>	UFC/g	Ausencia
<b>Coliformes totales</b>	UFC/g	Ausencia

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.

La (FAO Grace, 1977), establece rangos para las pruebas microbiológicas en el almidón modificado donde se encuentra: hongos, levaduras y mohos de 1000-5000 UFC/g y coliformes totales de <10UFC/g. El análisis de estas pruebas se realizaron en el laboratorio de aguas residuales en la Facultad de Ciencias la cual nos proporcionó los resultados indicándonos la ausencia de los mismos, lo que quiere decir que la muestra se encontró totalmente libre de microorganismos y esta apta para ser utilizada para el empaque de alimentos, respaldando así la información en la investigación de (García et al., 2021, p.21), donde su almidón de yuca tampoco hubo presencia ningún microorganismo por lo que recalcan que el almidón se encuentra apto para ser usado como insumo y a su vez usarlo para elaboración de películas biodegradables.

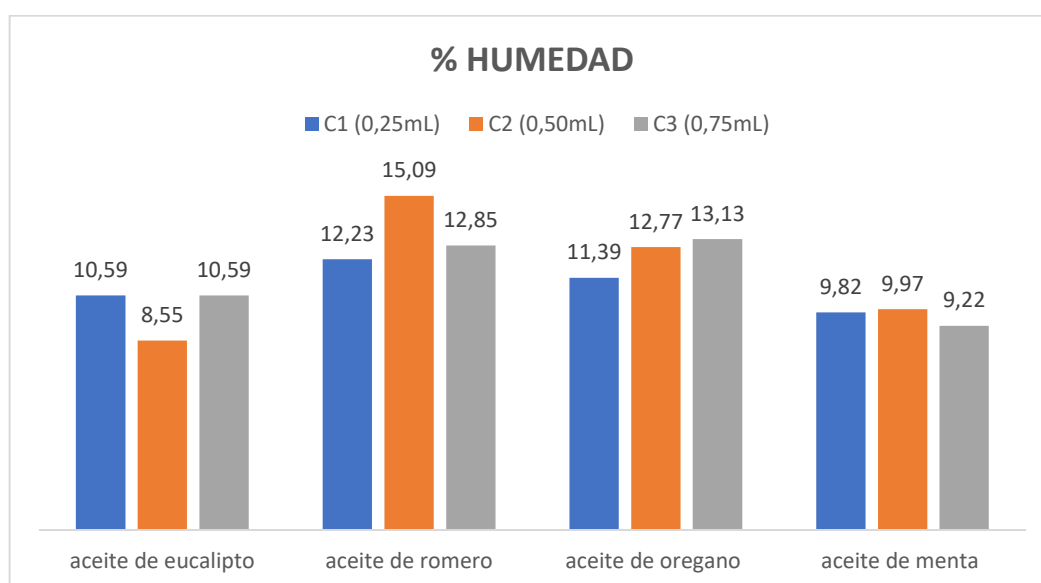
#### 4.10. Análisis fisicoquímico y ensayos bacteriológicos del bioplástico

##### 4.10.1. Prueba de humedad

**Tabla 4-10:** Porcentajes de los promedios de humedad en aceite de eucalipto, romero, orégano y menta para 0,25, 0,50 y 0,75 ml

Bioplástico	C1 (0,25mL)	C2 (0,50mL)	C3 (0,75mL)
Aceite de Eucalipto	10,59	8,55	10,59
Aceite de Romero	12,23	15,09	12,85
Aceite de Orégano	11,39	12,77	13,13
Aceite de Menta	9,82	9,97	9,22

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023



**Ilustración 4-1:** Porcentajes de los promedios de humedad en aceite de eucalipto, romero, orégano y menta para 0,25, 0,25 y 0,75 ml

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023

Los valores promedios obtenidos en la humedad del bioplástico con una concentración de 0,25 ml para el aceite de eucalipto son de 10,59%, con 0,50 ml 8,55% y con 0,75 ml 10,59%. A diferencia del aceite de romero con 0,25 ml un valor de 12,23%, con 0,50 ml 15,09% y con 0,75 ml 12,85%. Con el aceite de orégano se obtuvo con 0,25 ml 11,39%, 0,50 ml 12,77% y con 0,75 ml 13,13%. Finalmente, con el aceite de menta dándonos un valor de 9,82% con 0,25 ml, con 0,50 ml 9,97% y con 0,75 ml 9,22%. Según (Trujillo, 2014, p.2), es importante obtener valores óptimos con el cual se obtenga una lámina con un porcentaje de humedad mínimo, con el fin de

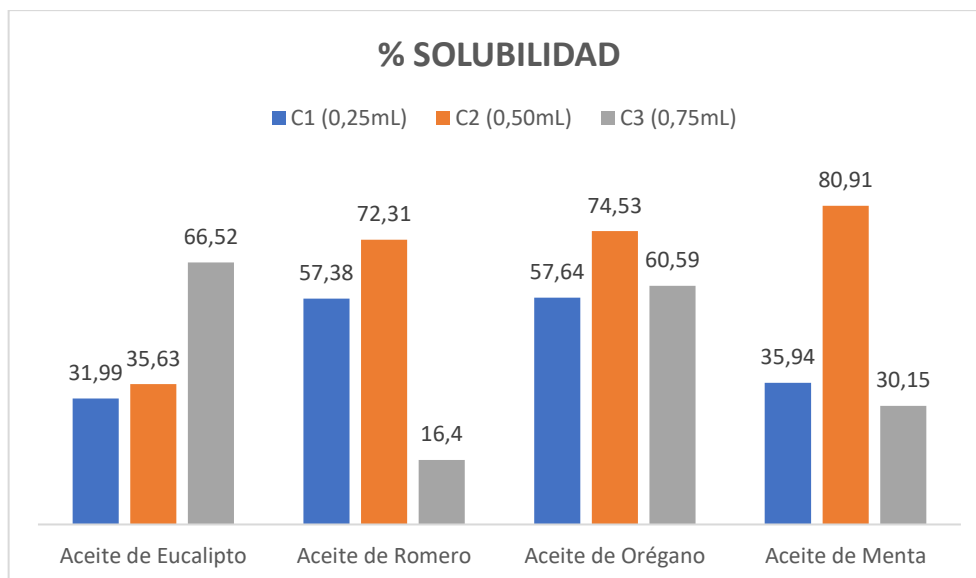
tener una película biodegradable que no se deteriore con facilidad en condiciones ambientales, en el estudio realizado obtiene contenido de humedad en sus láminas biodegradables de 6,01% a 14,84% lo cual serian de mejor utilidad. Obteniendo de esta manera el porcentaje más elevado, el aceite de romero con un valor de 15,09% a una concentración de 0,50 mL, lo cual no sería apto utilizarla en el empaque de alimentos ya que dañaría la vida útil de los mismos a diferencia de los otros, según (Espinoza y Oscoco, 2021, p.2) nos dice que el contenido de humedad de la glicerina utilizada interviene con su bajo contenido de humedad.

#### 4.10.2. Prueba de solubilidad

**Tabla 4-11:** Porcentajes de los promedios de solubilidad en aceite de eucalipto, romero, orégano y menta para 0,25, 0,50 y 0,75 mL

<b>Bioplástico</b>	<b>C1 (0,25mL)</b>	<b>C2 (0,50mL)</b>	<b>C3 (0,75mL)</b>
<b>Aceite de Eucalipto</b>	31,99	35,63	66,52
<b>Aceite de Romero</b>	57,38	72,31	16,40
<b>Aceite de Orégano</b>	57,64	74,53	60,59
<b>Aceite de Menta</b>	35,94	80,91	30,15

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023



**Ilustración 4-2:** Porcentajes de los promedios de solubilidad en aceite de eucalipto, romero, orégano y menta para 0,25, 0,50 y 0,75 ml

**Realizado por:** Guaylla, T.; Jara, Y., 2023

La solubilidad en láminas biodegradables es muy importante para poder examinar la aplicación en la industria del empaquetamiento, es imprescindible que presenten una baja solubilidad y alta resistencia al agua (Guerrero y Vázquez, 2013, p.2).

Los resultados obtenidos en la solubilidad del bioplástico nos arrojaron valores que se encuentran dentro de lo establecido según (Trujillo, 2014, p.1), “Obtención de películas biodegradables a partir de almidón de yuca”, donde menciona que para valores menores al 70% son utilizados en embalaje de alimentos por lo que quiere decir que nuestros resultados son adecuados, cabe recalcar que es importante tener una solubilidad mínima para así conservar los alimentos y mantenerlos en condiciones adecuadas, por lo tanto para tener un buen empaque se recomendaría solo realizar el empaque de aceite de romero que tiene un valor de 16,4% a una concentración de 0,75mL y el aceite de menta con un valor de 30,15% en una concentración de 0,75mL por tener los valor más bajos en la prueba de solubilidad. Mientras tanto el bioplástico obtenido más del 70% en el análisis de solubilidad según el mismo autor nos dice que son empleados como recubrimientos solubles de cápsulas en el área de medicina, en este caso tenemos el aceite de menta con un valor de 80,91% a una concentración de 0,50 mL, el aceite de orégano arroja un porcentaje de 74,53% con 0,50 mL y finalmente el aceite de romero con 72,31% de igual manera a una concentración de 0,50 mL.

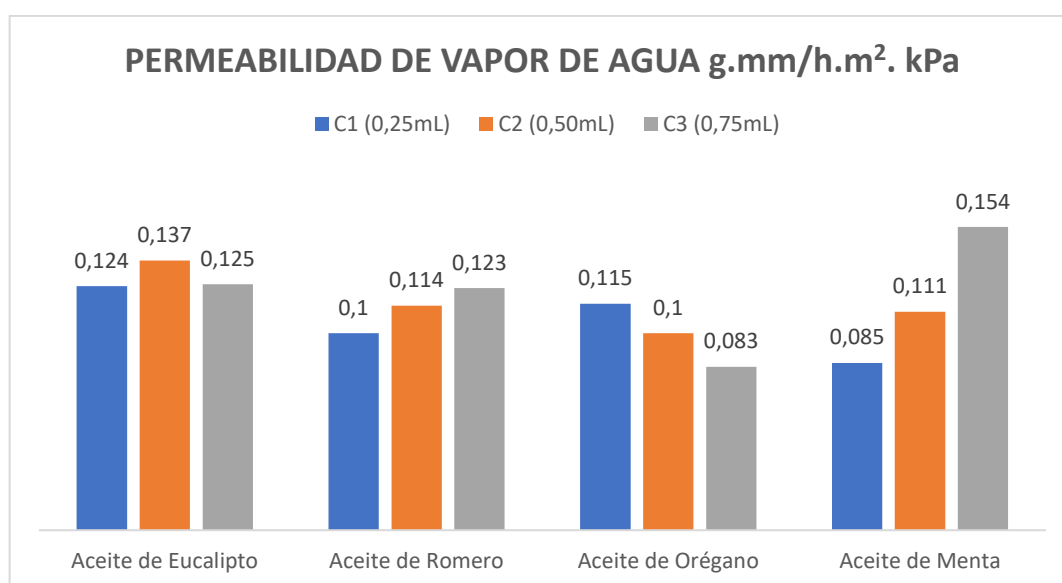
#### **4.10.3. Prueba de permeabilidad de agua (PVA)**



**Tabla 4-12:** Valores de los promedios de la permeabilidad de vapor de agua en aceite de eucalipto, romero, orégano y menta para 0,25, 0,50 y 0,75 ml

Bioplástico	C1 (0,25mL)	C2 (0,50mL)	C3 (0,75mL)
Aceite de Eucalipto	0,124	0,137	0,125
Aceite de Romero	0,100	0,114	0,123
Aceite de Orégano	0,115	0,100	0,083
Aceite de Menta	0,085	0,111	0,154

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.



**Ilustración 4-3:** Valores de los promedios de la permeabilidad de vapor de agua en aceite de eucalipto, romero, orégano y menta para 0,25, 0,50 y 0,75 ml

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023

Los resultados obtenidos en la permeabilidad del bioplástico con los diferentes aceites esenciales (Eucalipto, Romero, Orégano y Menta) y a diferentes concentraciones (0,25, 0,50 y 0,75 ml) son similares que van desde 0,083 a 0,154 g.mm/h.m<sup>2</sup>. kPa. Según (Trujillo, 2014, p.2), nos dice que la permeabilidad de vapor de agua es una propiedad de barrera importante para la lámina, cuya permeabilidad debe ser mínima ya que en una envoltura o película de empaque evita o disminuye la transferencia entre el alimento y el vapor de agua que le rodease. Por lo cual los bioplásticos más recomendados para su elaboración serían con el aceite de menta a una concentración de 0,25 mL con un valor de 0,085 y aceite de orégano con 0,75 ml arrojándonos un valor de 0,083 g.mm/h.m<sup>2</sup>. kPa.

#### 4.10.4. Ensayos antimicrobianos

**Tabla 4-13:** Valores de los halos de inhibición en las láminas biodegradables en los 4 aceites:  
eucalipto

<b>BIOPLÁSTICO</b>	<b>TRATAMIENTO</b>	<b>ESCHERICHIA COLI</b>	<b>KLEBSIELLA PNEUMONIAE</b>
<b>Aceite de eucalipto</b>	0,25 ml	15mm	15mm
	0,50 ml	20mm	19mm
	0,75 ml	15mm	16mm
<b>Aceite de romero</b>	0,25 ml	16mm	16mm
	0,50 ml	25mm	-
	0,75 ml	-	20mm
<b>Aceite de orégano</b>	0,25 ml	-	-
	0,50 ml	-	16mm
	0,75 ml	20mm	-
<b>Aceite de menta</b>	0,25 ml	17mm	13mm
	0,50 ml	-	-
	0,75 ml	17mm	-

**Realizado por:** Guaylla, T.; Jara, Y., 2023

De acuerdo con (Romero y otros, 2008), los aceites esenciales por lo general muestran actividad antimicrobiana frente a microorganismos patógenos y es importante para la conservación de alimentos, en este análisis se utilizó 2 tipos de bacterias la *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* las mismas que fueron expuestas al bioplástico elaborado con almidón de yuca enriquecidos con los diferentes aceites esenciales (Eucalipto, Romero, Orégano y Menta) y a diferentes concentraciones (0,25, 0,50 y 0,75 ml). La actividad antimicrobiana se determinó midiendo la zona inhibidora con una regla alrededor de cada disco (bioplástico) los resultados se estimaron por la inhibición del crecimiento. (Anke y Stadler, 1995, p.2); (Ishikawa et al, 2001, p.3), establecen rangos de halos de inhibición tales como de: 8-10mm resulta que no es interesante, 11-14mm presenta actividad débil, 15-18mm es una actividad moderada y de >19mm da como resultado una actividad fuerte, en la tabla se puede apreciar que con la bacteria *Escherichia coli* el aceite de romero 0,75 ml, aceite de orégano 0,25-0,50 ml y aceite de menta 0,50 ml no presentaron ninguna actividad antimicrobiana de igual manera con la bacteria *Klebsiella pneumoniae* el bioplástico con aceite de romero 0,25 ml, aceite de orégano 0,25-0,75 ml y aceite de menta 0,50-0,75 ml. Dentro de los que si presentaron actividad antimicrobiana se obtuvieron los siguientes resultados con una actividad moderada el aceite de eucalipto a una

concentración de 0,25-0,75 ml, el aceite de romero 0,25 ml y finalmente con el aceite de menta 0,25-0,75 ml ya que se encuentran en el rango de 15mm a 17mm. Una actividad fuerte con el aceite de eucalipto 0,50 ml, aceite de romero 0,50 ml y aceite de orégano 0,75 ml en un rango de 20mm a 25mm todos estos en presencia de la bacteria *Escherichia coli*. Los resultados con la bacteria *Klebsiella pneumoniae* en presencia del aceite de menta con 0,25 ml se pudo obtener una actividad débil, el aceite de eucalipto con una concentración de 0,25-0,75 ml, aceite de romero 0,25 ml y aceite de orégano 0,50 ml todas estas presentaron una actividad moderada ósea de 15mm a 16mm, mientras tanto el aceite de eucalipto 0,50 ml y de romero 0,75 ml se encuentran en el rango de una actividad fuerte de 19mm a 20mm.

En la investigación de (Guevara, 2022, p.1), con una concentración alta, presento halos de inhibición de 21,33mm para la bacteria de *Escherichia coli* así también para la investigación de (Shama et al, 2011, p.2), donde presentaron halos de inhibición de 20mm en la misma bacteria con aceite esencial de eucalipto. Varios estudios como (Debiagi et al., 2014, p.1), muestran que a bajas concentraciones de aceite esencial no se presenta actividad antimicrobiana, lo cual depende del aceite que se ocupa ya que se debe a la procedencia del aceite esencial, la composición y pureza de este. Los datos presentados anteriormente demuestran que a pesar de presentar actividad microbiana el efecto del aceite esencial de lavanda no es tan potente comparado con el de otras plantas aromáticas puesto que en la investigación de (Jamróz et al., 2018, p.4), presenta halo de hasta 50,22mm en el aceite de orégano.

En la investigación de (Araujo et al., 2020, p.2), muestra que en *Klebsiella pneumoniae* mostró baja sensibilidad microbiana al aceite esencial, puesto que presento halos de inhibición desde 8mm a 19mm, por lo que queda decir que estos aceites esenciales son efectivos para que exista actividad microbiana siempre y cuando su concentración vaya creciendo.

#### **4.11. Resultado días de secado del bioplástico**

- Datos del experimento

##### **Número de días de secado**

**Factor A:** Aceite

**Factor B:** Concentración medida en mL empleadas.

**Factor de interacción:** Interacción entre el aceite y la concentración.

**Variable respuesta:** Número de días de secado.

- Niveles de cada factor:

**Tabla 4-14:** Factores A, B para días de secado de las láminas biodegradables en 4 aceites: eucalipto, romero, orégano y menta para 0,25ml, 0,50ml y 0,75ml

<i>A: Aceite</i>	<i>B: Concentración</i>
Eucalipto	0,25
Romero	0,50
Orégano	0,75
Menta	

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023

**Tabla 4-15:** Número de días de secado de las láminas biodegradables en 2 repeticiones con 4 aceites: eucalipto, romero, orégano y menta para 0,25ml; 0,50ml; 0,75ml

<b>Tratamiento</b>	<b>Aceite</b>	<b>Concentración(ml)</b>	<b>Número de días de secado</b>	
1	Eucalipto	0,25	3	4
2	Eucalipto	0,50	4	5
3	Eucalipto	0,75	4	5
4	Romero	0,25	5	3
5	Romero	0,50	4	4
6	Romero	0,75	5	4
7	Orégano	0,25	4	5
8	Orégano	0,50	4	4
9	Orégano	0,75	4	5
10	Menta	0,25	8	9
11	Menta	0,50	8	7
12	Menta	0,75	9	10

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023

#### 4.12. ANOVA para el diseño factorial 4X3

**Tabla 4-16:** Anova para días de secado en láminas biodegradables con 4 aceites: eucalipto, romero, orégano y menta para 0,25ml; 0,50ml; 0,75ml

Variable dependiente: Num_dias_sec					
Origen	SC	gl	CM	F	p-valor
Aceite	82.458	3	27.486	50.744	4.3208E-7
Concentración	2.583	2	1.292	2.385	0.134279
Aceite * Concentración	3.417	6	.569	1.051	0.440926
Error	6.500	12	.542		
Total	94.958	24			

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023.

## Interpretación

A un nivel de confianza del 95%, se observa que dado el factor A representado por el Aceite, debido a que el  $p\text{-value} < \alpha$ , rechazamos  $H_0$  por ende existe suficiente evidencia para decir que la hipótesis alternativa es cierta, concluyendo que el efecto de dicho factor es significativo sobre la variable de respuesta (número de días de secado). En cuanto al factor B representado por la Concentración y la interacción entre A y B (interacción entre el aceite y la concentración), no rechazamos la hipótesis nula, concluyendo que dichos efectos no son significativos sobre la variable de respuesta. En resumen, el ANOVA nos muestra que existe una influencia significativa sobre el número de días de secado solo por parte del factor aceite, el otro factor concentración y la interacción entre ambos factores no influyen significativamente sobre la variable de respuesta. Para el secado de las láminas se pudo dar cuenta que lo que influye en las mismas es el tipo de aceite, por lo que las láminas que se secaban más rápido eran las de eucalipto, romero y orégano que se secaban en un rango de 3-5 días obteniendo así la lámina completa y fácil de desprender, mientras tanto las láminas que más se demoraron en secar fueron las láminas de menta ya que se demoraban de 8 a 10 días en secarse.

### 4.13. Resultado de elongación

- Datos del experimento:

**Factor A:** Aceite

**Factor B:** Concentración medida en ml empleadas.

**Factor de interacción:** Interacción entre el aceite y la concentración.

**Variable respuesta:** Porcentaje de Elongación.

- Niveles de cada factor:

**Tabla 4-17:** Factores A, B para el porcentaje de elongación en láminas biodegradables en 4 aceites: eucalipto, romero, orégano y menta para 0,25ml; 0,50ml; 0,75ml

<i>A: Aceite</i>	<i>B: Concentración (ml)</i>
Eucalipto	0,25
Romero	0,50
Orégano	0,75
Menta	

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023

#### 4.14. Resistencia mecánica de las láminas biodegradables

**Tabla 4-18:** Valores del porcentaje de elongación de las láminas biodegradables en 2 repeticiones con 4 aceites: eucalipto, romero, orégano y menta con 0,25ml; 0,50ml; 0,75ml

Tratamiento	Aceite	Concentración(mL)	Elongación (%)
1	Eucalipto	0,25	16,46
2	Eucalipto	0,50	7,57
3	Eucalipto	0,75	7,93
4	Romero	0,25	31,99
5	Romero	0,50	25,38
6	Romero	0,75	13,11
7	Orégano	0,25	32,12
8	Orégano	0,50	7,08
9	Orégano	0,75	20,24
10	Menta	0,25	15,61
11	Menta	0,50	25,47
12	Menta	0,75	5,25

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023

#### 4.15. ANOVA para el diseño factorial 4X3

**Tabla 4-19:** Anova para el porcentaje de elongación en láminas biodegradables con 4 aceites: eucalipto, romero, orégano y menta para con 0,25ml; 0,50ml; 0,75ml

Variable dependiente: Elongacion					
Origen	SC	gl	CM	F	p-valor
Aceite	223.041	3	74.347	0.669799	0.586703
Concentración	289.716	2	144.858	1.305	0.307024
Aceite * Concentración	368.852	6	61.475	0.553837	0.758685
Error	1331.987	12	110.999		
Total	5211.803	24			

Realizado por: Guaylla, T.; Jara, Y., 2023

**Interpretación:** A un nivel de confianza del 95%, se observa que para el factor A representado por el Aceite, para el factor B representado por la Concentración y para la interacción entre A y B, el p-value asociado a cada uno es  $> \alpha$ , por lo tanto, no rechazamos la hipótesis nula, concluyendo que dichos efectos no son significativos sobre la variable de respuesta. En resumen, el ANOVA nos muestra que no existe una influencia significativa de los factores y de la interacción entre ambos, sobre el porcentaje de elongación.

Mediante el análisis de elongación se pueden establecer tres propiedades: tensión, deformación y modelo de elasticidad, la cual se determina la resistencia de un material en su elongación y su ruptura, cuando es sometido a una tensión el modelo de elasticidad indica cuan rígido es un material (Farias et al., 2012, p.3).

De acuerdo con (Otey y Wessthoff, 1979, p.3), los plastificantes solubles en agua tales como el glicerol son agentes suavizantes para los almidones, ayudando así a mejorar la flexibilidad de las películas resultantes. Cuanto más se incluye una sustancia plastificante en una matriz polimérica, su elongación y la deformación crecen. (Marichelvan et al., 2022, p.2), asegura que el glicerol brinda a las láminas flexibilidad, ya que se reducen los enlaces intermoleculares al tener grupos hidroxilos (3-OH), entre las cadenas poliméricas y se modifican las propiedades mecánicas. Las diferencias en las características mecánicas se deben a la calidad y tipo de almidón que se extrae como materia prima para la elaboración del bioplástico.

(Irena, 2010, p.3), concluye que, al haber una mayor cantidad de aceite en las láminas, este actúa como un plastificante otorgando a esta una mayor elongación, además, da una tensión de menor rotura. El aceite se introduce en las cadenas del almidón, creando una malla molecular más amplia, ofreciendo así una mayor movilidad a dichas cadenas poliméricas; se traduce en que se estira con mayor facilidad.

Los resultados obtenidos en las pruebas mecánicas pudimos observar que el mayor porcentaje de elongación se encuentra en el aceite de eucalipto a 0,25ml con un porcentaje de 16,46%, el aceite

de romero con 0,25ml el cual tiene un valor de 31,99%, con 0,50ml con un porcentaje de 25,38% y 0,75 ml con un valor de 13,11%, también el aceite de orégano con 0,25 ml obteniendo una cantidad de 20,17% y en la segunda repetición un porcentaje de 32,12% con una concentración de 0,25 ml y con una concentración de 0,75 ml un valor de 20,24%, finalmente con el aceite de menta a una concentración de 0,25 ml obteniendo una cantidad de 15,61% y 0,50 ml obteniendo un porcentaje de 25,47% , a comparación con diferente fuentes bibliográficas como (Cortés et al., 2014, p.3), sus rangos de elongación son desde 12% hasta el 24%, para (Rodríguez et al., 2022, p.1), alcanzaron rangos de elongación desde 16,533% hasta 39,12% y en (Irena, 2010, p.3), obtuvo valores de elongación que van desde 1,42% para el aceite de orégano en 10% y alcanzando el mayor valor de elongación para el aceite de eucalipto al 40% de 56,25% lo cual concluye que mientras aumenta la concentración de aceite aumenta su porcentaje de elongación, salvo algunas excepciones lo cual depende de la materia prima y el aceite; siendo así en nuestros valores obtenidos nos muestran que estas son aptas para para el empaque de alimentos optando por las que ejercen mayor porcentaje de elongación.



## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- Se efectuó el análisis fisicoquímico del bioplástico, lo cual todas cumplen con dichas propiedades obteniendo un rango de humedad entre 8,55% a 15,09% pero las más recomendadas que rendirán para el empaque de alimentos es el aceite de menta con una concentración de 0,25 ml 9,82%, 0,50 ml 9,97% y 0,75 ml 9,22%, por otra parte, el aceite de romero con 0,50 mL dándonos un porcentaje de 8,55%. En la solubilidad los aceites que se podrían utilizar son el aceite de romero con 0,75 ml ya que tiene 16,40%, aceite de menta de 0,75 ml arrojándonos un valor de 30,15%. Con el análisis de la permeabilidad a vapor de agua el aceite de menta de 0,25 ml que presenta un bajo valor de 0,085 y 0,75 ml con 0,083.
- Se realizó los ensayos antimicrobianos de los cuales se pudo observar que las láminas enriquecidas con los diferentes aceites esenciales nos arrojaron valores débiles, moderados, fuertes y la ausencia de actividad, el cual para el empaquetamiento de alimentos serviría los aceites de eucalipto en todas sus concentraciones (0,25, 0,50 y 0,75 ml) obteniendo valores 15mm a 20mm lo que nos indica que se encuentra una actividad moderada y fuerte en presencia de las dos bacterias. Con el aceite de romero de 0,25 ml teniendo una actividad moderada de 16mm para las dos bacterias, para la concentración de 0,50 ml una actividad fuerte de 25mm con la bacteria *Escherichia coli* y con 0,75 ml una actividad de 20 mm en presencia de la bacteria *Klebsiella pneumoniae*. En el aceite de orégano se pudo obtener una actividad moderada con 0,50 ml en *Klebsiella pneumoniae* y a una concentración de 0,75 ml teniendo una actividad fuerte de 20mm en *Escherichia coli*, finalmente el aceite de menta con 0,25 y 0,75 ml para *Escherichia coli* con un valor de 17 mm lo cual nos indica una actividad moderada.
- Empleando el software SPSS se ejecutó el análisis de varianza ANOVA a un nivel de confianza del 95% y un nivel de significancia  $\alpha=0,05$  el cual nos demuestra que no existe una influencia significativa de los factores y de la interacción entre ambos, sobre el porcentaje de elongación. Por el cual se pudo comprobar la resistencia de dichas láminas, del cual obtuvimos como mejor % el bioplástico enriquecido con el aceite de eucalipto 0,25 ml dando un valor de 16,46%, aceite de romero con 0,25 y 0,50 ml de 31,99%-25,38%, por otra parte, el aceite de orégano con 0,25 ml un resultado de 32,12% en y con 0,75 ml 20,24%, finalmente en el aceite de menta 0,50 ml arrojándonos un valor de 25,47%.

## **5.2. Recomendaciones**

- Para la utilización del almidón de yuca se recomienda efectuar su extracción en vez de adquirirlo ya que el almidon comercial contiene aditivos químicos.
- Es importante colocar las láminas elaboradas en un lugar libre de polvo y de químicos ya que estos pueden alterar los resultados.
- Se recomienda que las láminas no se cubran con material alguno, ya que se llegan a contaminar.
- Se aconseja utilizar láminas biodegradables para reducir la contaminación ambiental y mejorar la calidad de vida.

## GLOSARIO

**Euphorbiaceae:** es una planta arbórea, arbustivas o herbáceas se da en zonas tropicales y subtropicales del mundo (Martínez et al., 2002, p.2).

**Manihot utilissima:** es un tubérculo conocido como yuca amarga (González & Marzán, 2020).

**Manihot aipi:** conocida como yuca dulce es un tubérculo que se encuentra dentro de los tipos de yucas existentes (González y Marzán, 2020, p.4).

**Tubérculo:** son tallos subterráneos que son utilizados en la alimentación humana (CADENA, 2005, p.3).

**Ácido cianhídrico:** es incoloro, un líquido muy venenoso y volátil, se realiza a través de hidrólisis de glucósidos cianogénicos los cuales se encuentran formados por metabolitos secundarios que funcionan como defensa de la planta (Ministerio de Consumo, 2022, p.1).

**Gelificar:** es un proceso mediante el cual se forma un sólido blando o se comienza a espesar hasta llegar a una temperatura ya sea de una sustancia líquida o semilíquida (Beltrán, 1995, p.21).

**Polihidroxicarbohidratos:** es un biopolímero donde se acumulan varios microorganismos para la reserva de carbono y energía (Serrano, 2010, p.56).

**Gram negativos:** son microorganismos que reaccionan con la tinción Gram en la pared celular, estos pueden ser de color azul oscuro, violeta o rosa.

**Gram positivo:** son microorganismos que retienen una tinción de color púrpura (Rodríguez y Arenas, 2018, p.3).

**Polinización:** es un proceso para el funcionamiento de ecosistemas y para la producción de alimentos (García et al, 2016, p.11).

**Reticulados:** están formados por barreras sujetas a extremos formando triángulos planos por lo cual se crea un cuerpo rígido (Jaramillo, 2018, p.1).

**Extensómetro:** es un instrumento que se utiliza para medir la flexión de partes experimentales (CROMTEK, 2018, p.3).

**Antibiograma:** se utiliza para analizar el agente antimicrobiano inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que causan enfermedades (García et al., 2000, p.3)

**Inocular:** mediante medios artificiales se coloca en un medio u organismo el virus o la bacteria (Arana y Jiménez, 2009, p .6).

## BIBLIOGRAFÍA

**ANKE, H.; & STADLER, M.** “Secondary metabolites with nematocidal and antimicrobial activity from nematophagous fungi and Ascomycetes.” *Canadian Journal of Botany* [en línea], 1995, 73(S1), pp. 932-939. [Consulta: 2 febrero 2023]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/237165723\\_Secondary\\_metabolites\\_with\\_nematocidal\\_and\\_antimicrobial\\_activity\\_from\\_nematophagous\\_fungi\\_and\\_Ascomycetes](https://www.researchgate.net/publication/237165723_Secondary_metabolites_with_nematocidal_and_antimicrobial_activity_from_nematophagous_fungi_and_Ascomycetes)

**ARANA, I.; & JIMÉNEZ, C.** *Inoculantes Microbianos* [en línea]. S.l.: s.n, 2009. [Consulta: 2 febrero 2023]. Disponible en: [https://www.ugr.es/~cjl/inoculantes%20microbianos\\_2.pdf](https://www.ugr.es/~cjl/inoculantes%20microbianos_2.pdf)

**ARAUJO, L.; et al.** “Componentes químicos y actividad antimicrobiana del aceite esencial de *Lasiocephalus ovatus* (Asteraceae) que crece en Ecuador”. *Revista biológica Colombiana* [en línea], 2020, 25(1). pp. 22-28. [Consulta: 12 febrero 2023]. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-548X2020000100022](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2020000100022)

**ARISTIZÁBAL, J.; & SÁNCHEZ, T.** *Guía Técnica para la Producción y Análisis de Almidón de Yuca*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2007. pp. 1-129.

**ATARÉS, L.; & CHIRALT, A.** Aceites esenciales como aditivos en películas y recubrimientos biodegradables para envases activos de alimentos. *Trends in Food Science & Technology*[En línea], 2016, 48(1), pp. 51-62. [Consulta: 12 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224415300960>

**AUCAPIÑA, V., & HEREDIA, J.** Formulación de polímeros biodegradables con adición de aceites esenciales con efecto antibacteriano (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). [En línea] Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. 2019. pp.1-83. [Consulta: 12 febrero 2023]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/33522/1/Trabajo%20de%20titulación.pdf>

**BADUI, D.; et al.** “Efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca modificado sobre la maduración del tomate”. *Rev. Lasallista de Investigación* [En línea], 2011, 8(2), pp. 96-103. [Consulta: 2 febrero 2023]. Disponible en: <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/1388/1843>

**BELTRÁN, M.** Los procesos de gelificación y descomposición de los plastisoles de PVC por FTIR y TG. Análisis de la influencia del tipo de resina, plastificante, composición y otras variables (Trabajo de Titulación) (Doctoral). Universidad de Alicante, España. 1995. pp. 1-421.

**BRITO, H.; et al.** “Extracción de almidón del arroz de cebada por procesos físicos de separación”. *Rev. Inv. Cs. Agro y Vet.* [en línea], 2021, 5(14), pp. 319-330. [Consulta: 21 febrero 2023]. Disponible en: <http://repositorio.cidecuador.org/xmlui/handle/123456789/1508>

**CADENA.** *Raíces y Tubérculos* [En línea]. S.l.: Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá- INCAP/OPS. 2005 [Consulta: 5 febrero 2023]. Disponible en: [https://www.sica.int/busqueda/busqueda\\_archivo.aspx?Archivo=medu\\_95047\\_2\\_03062015.pdf](https://www.sica.int/busqueda/busqueda_archivo.aspx?Archivo=medu_95047_2_03062015.pdf)

**CANÓNICO, M.** Agregación en gránulos de almidón (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). [En línea] Universidad Autónoma de Querétaro, México. 2003. pp. 1-81. [Consulta: 2 febrero 2023]. Disponible en: <http://qro.cinvestav.mx/~aherrera/tesisEstudiantes/tesisMarciaCanonico.pdf>

**CARVALHO, A. J.** “Starch: major Sources, properties and applications as thermoplastic materials.” *Monomers, polym. compos. from renewable resour* [en línea], 2008, 1(1), pp.321-342. [Consulta: 2 febrero 2023]. ISBN 9780080453163. Disponible en: DOI: 10.1016/B978-0-08-045316-3.00015-6

**CEBALLOS, H.; & DE LA CRUZ, G.** *Taxonomía y formología de la yuca* [En línea]. S.l.: Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Consorcio Latinoamericano para la Investigación y el Desarrollo de la Yuca; Proyecto IP-3 de Mejoramiento de Yuca. 2015. [Consulta: 2 febrero 2023]. Disponible en: [https://hortintl.cals.ncsu.edu/sites/default/files/articles/Taxonomia\\_Morfologia\\_Yuca.pdf](https://hortintl.cals.ncsu.edu/sites/default/files/articles/Taxonomia_Morfologia_Yuca.pdf)

**CEDEÑO, N., & ZAMBRANO, J.** Diseño de una línea de producción para la obtención de bioplásticos aprovechando los residuos del café a escala industrial en la ciudad de Quevedo (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). [En línea] Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador. 2021. pp. 1-189. [Consulta: 2 febrero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e5298281-ce0b-417b-9843-309db9a1696a/content>

**CHARRO, M.** Obtención de plástico biodegradable a partir del almidón de patata (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). [En línea] Universidad Central del Ecuador, Quito Ecuador,

2015. pp. 1-109. [Consulta: 2 febrero 2023]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3788/1/T-UCE-0017-97.pdf>

**CHUIZA, M.; et al.** “Producción de láminas de plástico biodegradables a partir del almidón de arracacia xanthorrhiza”. *Dominio de las ciencias* [en línea], 2020, 6(3), pp. 1-14. [Consulta: 2 febrero 2023]. ISSN-e 2477-8818. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7504271>

**CMS METROLOGY.** Máquinas de ensayo. *Control Measurement Systems* [en línea]. 2020. [Consulta: 15 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.cmsmetrology.com.mx/equipos/fuerza/m%C3%A1quinas-universales-de-ensayo/>

**CODEINEP.** *Klebsiella pneumoniae*. 2017. *Grupo Asesor Control de Infecciones y Epidemiología* [En línea]. [Consulta: 2 febrero 2023]. Disponible en: [https://codeinep.org/wp-content/uploads/2017/02/Klebsiella\\_pneumoniae\\_ii.pdf](https://codeinep.org/wp-content/uploads/2017/02/Klebsiella_pneumoniae_ii.pdf)

**CORTÉS, JOSÉ; et al.** “Evaluación de propiedades mecánicas ópticas y de barrera en películas activas de almidón de yuca”. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial* [en línea], 2014, 12(1). pp. 88-97. [Consulta: 15 febrero 2023]. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-35612014000100011#g\\_02](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612014000100011#g_02)

**CREDIFORM.** ¿Cuánto tiempo tarda en descomponerse el plástico que usamos a diario? [En línea]. 2020. [Consulta: 2 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.credinformsa.com/cuanto-tiempo-tarda-en-descomponerse-el-plasticos-que-usamos-a-diario1/#:~:text=Se%20calcula%20que%20el%20pl%C3%A1stico,tiempo%20se%20prolonga%20a%C3%BAn%20m%C3%A1s.>

**CROMTEK.** Extensómetro: Tipos y usos de ensayo [En línea]. 2018.[Consulta: 4 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.cromtek.cl/2020/12/07/extensometro-tipos-y-usos-en-ensayo/>

**DEBIAGI, F.; et al.** “Biodegradable active packaging based on cassava bagasse , polyvinyl alcohol and essential oils.” *Industrial Crops & Products* [En línea], 2014, 52(1), pp. 664–670. [Consulta: 2 febrero 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.11.032>

**ESPINOZA, E., & OSCCO, C.** Efecto de glicerina y melamina sobre las propiedades fisico-mecánicas del bioplástico de almidón en semilla de *Persea americana mill.* “PALTA” (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). [En línea] Universidad Peruana Los Andes. 2021. pp. 1-89.

[Consulta: 5 febrero 2023]. Disponible en:  
<http://www.repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/3625/TESIS%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**FAO GRACE.** *Plant Production and Protection* [e línea]. Roma-Italia: FAO. 1977. [Consulta: 2 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/a1028s/a1028s.pdf>

**FARIAS, M.; et al.** “Caracterizacáo físico-química de filmes comestíveis de amido adicionado de acerola (*Malphigia emarginata* D.C.)”. *Quim. Nova* [en línea], 2012, 35(1)52. pp. 546-552. [Consulta: 6 febrero 2023]. Disponible en: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=s%20ci\\_arttext&pid=S010040422012000300020&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=s%20ci_arttext&pid=S010040422012000300020&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)

**FUHR, L.; & FRANKLIN, M.** *El Atlas del plástico* [en línea]. México: Fundación Heinrich Böll Ciudad de México - México y El Caribe. 2020. [Consulta: 2 febrero 2023]. Disponible en: [https://mx.boell.org/sites/default/files/2021-04/WEB\\_Atlas\\_plasticos\\_Mexico\\_04.pdf](https://mx.boell.org/sites/default/files/2021-04/WEB_Atlas_plasticos_Mexico_04.pdf)

**GALÁN, C.** Diseño de prototipo de viscosímetro y validación de uso en fluidos de alta, media, y baja viscosidad (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). [En línea] UDLA, Ecuador. 2018. pp. 2-84. [Consulta: 2 febrero 2023]. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/8995/1/UDLA-EC-TIAG-2018-07.pdf>

**GARAVITO, N.** Evaluación de sistemas de empaque biodegradables con atmósferas modificadas en equilibrio para grutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.) (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). [En línea] Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. 2021, pp. 1-113. [Consulta: 2 febrero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/80649/1012405972.2021.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

**GARCÍA, J.; et al.** “Native cassava starch (*Manihot esculenta* Cranz) as a binding agent in the production of bologna type mortadella.” *Manglar revista de investigación científica* [en línea], 2021, 18(1), pp. 65. [Consulta: 2 febrero 2023]. Disponible en: <https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/221>

**GARCÍA, J.; et al.** *Métodos básicos para el estudio de sensibilidad a los antimicrobianos* [en línea]. S.l.: Procedimientos en Microbiología Clínica. 2000. pp. 1-54. [Consulta: 2 febrero 2023]. Disponible en:



<https://www.seimc.org/contenidos/documentoscientificos/procedimientosmicrobiologia/seimc-procedimientomicrobiologia11.pdf>

**GARCÍA, M.; et al.** “Pollination in agricultural systems: a systematic literature review.” *IDESIA* [en línea], 2016, (Barcelona, España) 34(3), pp. 53-68. 2016. [Consulta: 8 febrero 2023]. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v34n3/art08.pdf>

**GARRIDO, R.** Elaboración de un bioplástico a partir de la palta (*persea americana*) con cáscara de plátano (*musa paradisiaca*) y el almidón de papa (*solanum tuberosum*), con su efecto de elasticidad (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). [En línea] Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú, 2020. pp. 1-73. [Consulta: 2 febrero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2451/IAIA-GAR-COR-2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**GONZÁLEZ, D., & MARZÁN, E.** Respuestas de la yuca MTAI-8 (*Manihot* sp.), estimulada con ana en una localidad del sinu medio. 2020. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/3631/Mart%C3%ADnezGonzalezDanielJos%C3%A9-Marz%C3%A1nJulioErikaMar%C3%ADa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**GUAMÁN, J.** Obtención de plásticos biodegradables a partir del almidón de cáscaras de papas para su aplicación industrial (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). [en línea] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2019. pp. 1-88. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/11069/1/96T00540.pdf>

**GUERRERO-BELTRÁN, J.; & VÁZQUEZ-BRIONES, M.** *Recubrimientos de frutas con biopelículas* [en línea]. México: Universidad de las Américas Puebla. pp. 5-14. 2013. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: [https://www.academia.edu/34339497/Recubrimientos\\_de\\_frutas\\_con\\_biopel%C3%ADculas](https://www.academia.edu/34339497/Recubrimientos_de_frutas_con_biopel%C3%ADculas)

**GUEVARA, C.** Caracterización y evaluación de la actividad antimicrobiana de una cubierta biodegradable de almidón de yuca enriquecida con aceite esencial de lavanda (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). [en línea] Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. 2022. pp. 1-115. [Consulta: 19 febrero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/36568>

**GUTIÉRREZ, E.** Modificación dual del almidón de yuca: oxidación-esterificación, y termo plastificación, para la compatibilización con PLA lavanda (Trabajo de Titulación) (Tesis de maestría). [en línea] CONACYT, 2020. pp. 1-96. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/644/1/Tesis%20MTP%20Edith%20Gutierrez.pdf>

**HERMIDA, É.** *Polímeros* [en línea]. Buenos Aires. República Argentina: Ministerio de Educación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica. 2011. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: [http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/09\\_Polimeros.pdf](http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/09_Polimeros.pdf)

**HOLGUÍN, J.** Obtención de un bioplástico a partir del almidón de papa (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado [en línea] Fundación Universidad de América, Bogotá, Colombia. 2019. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7388/1/6132181-2019-1-IQ.pdf>

**IESS.** *Los plásticos* [en línea]. España: Bellavista de Sevilla. 2015. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <https://blogsaverros.juntadeandalucia.es/iesbellavista/files/2019/09/5-LOS-PL%C3%81STICOS-Apuntes.pdf>

**INGA, K.** Determinación del perfil lipídico de la yuca en sus diferentes cortes y su caracterización térmica (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). [en línea] Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador. 2020. pp. 1-43. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/9671/1/15302.pdf>

**ISHIKAWA, N.; et al.** “Sesquiterpenos antimicrobianos tipo cupareno, enokipodinas C y D, de un cultivo micelial de *Flammulina v elutipes*”. *Revista de Productos Naturales* [en línea], 2001, 64(7), pp. 932-934. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/248739277\\_Antimicrobial\\_Cuparene-Type\\_Sesquiterpenes\\_Enokipodins\\_C\\_and\\_D\\_from\\_a\\_Mycelial\\_Culture\\_of\\_Flammulina\\_v\\_elutipes](https://www.researchgate.net/publication/248739277_Antimicrobial_Cuparene-Type_Sesquiterpenes_Enokipodins_C_and_D_from_a_Mycelial_Culture_of_Flammulina_v_elutipes)

**JAMRÓZ, E.; et al.** “Investigation of the physical properties, antioxidant and antimicrobial activity of ternary potato starch-furcellaran-gelatin films incorporated with lavender essential oil.” *International Journal of Biological Macromolecules* [en línea], 2018, 114(1), pp. 1094–1101. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.04.014>

**JARAMILLO, N.** *Reticulados* [en línea]. Ecuador: Universidad de los Andes. 2018. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: [http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/nayive/mr10\\_web/tema5\\_reticulados.pdf](http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/nayive/mr10_web/tema5_reticulados.pdf)

**LABEAGA, A.** *Polímeros biodegradables. Importancia y potenciales aplicaciones* [en línea]. 2018. España: Universidad Nacional de Educación a Distancia. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: [http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:master-Ciencias-CyTQ-Alabeaga/Labeaga\\_Viteri\\_Aitziber\\_TFM.pdf](http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:master-Ciencias-CyTQ-Alabeaga/Labeaga_Viteri_Aitziber_TFM.pdf)

**LABOMERSA.** *Shaker Incubadora Innova 40 para Laboratorio* [en línea]. 2022. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: [https://www.google.com/search?q=shaker+equip%C3%B3+de+laboratorio+&tbm=isch&ved=2ahUKEwj6mbvtwv\\_9AhXrlIQIHZaXBPIQ2-cCegQIABAA&oq=shaker+equip%C3%B3+de+laboratorio+&gs\\_lcp=CgNpbWcQAzoHCAAQigUQQzoFCAAQgAQ6BAgAEB46BggAEAgQHIAAWPErYMktaAFwAHgAgAHIAogB7RuSAQgw](https://www.google.com/search?q=shaker+equip%C3%B3+de+laboratorio+&tbm=isch&ved=2ahUKEwj6mbvtwv_9AhXrlIQIHZaXBPIQ2-cCegQIABAA&oq=shaker+equip%C3%B3+de+laboratorio+&gs_lcp=CgNpbWcQAzoHCAAQigUQQzoFCAAQgAQ6BAgAEB46BggAEAgQHIAAWPErYMktaAFwAHgAgAHIAogB7RuSAQgw)

**LÓPEZ, G.; et al.** “Almidón termoplástico celular reforzado con fibras naturales: Una opción biodegradable para el envasado de alimentos”. *Revista de plásticos modernos: Ciencia y tecnología de polímeros*, vol. 1, n°671 (2012), pp. 115-125.

**LÓPEZ, M.** Efecto del contenido de amilosa en la esterificación del almidón del maíz (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). [en línea] Instituto Politécnico Nacional, Morelos, México. 2019. pp. 1-89. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/27347/TesisP%20Madai%20Lopez%20Silva%20MCDPB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**MARICHELVAN, M.; et al.** “Extracción y desarrollo de bioplásticos a base de almidón de la planta de Prosopis Juliflora: aspectos ecológicos y de sostenibilidad”. *Research in Green and Sustainable Chemistry* [en línea], 2022, 5(1). [Consulta: 9 febrero 2023]. ISSN 2666-0865. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666086522000388>

**MARTÍNEZ, M.; et al.** “Los géneros de la familia *Euphorbiaceae* en México. Sistema de Información Científica”. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal* [en línea], 2002, (México) 73(2), p. 165. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/400/40073205.pdf>

**MARZO, Irena.** Efecto del tipo y contenido de aceites esenciales sobre las propiedades mecánicas y barrera de películas comestibles basadas en zeína (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). [en línea] Universidad Pública de Navarra, España. 2010. pp. 1-171. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <https://academic.e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/2203/577253.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**MEAÑO, N.; et al.** “Evaluación de las propiedades químicas y funcionales del almidón nativo de ñame congo (*Dioscorea bulbifera* L.) para predecir sus posibles usos tecnológicos”. *Saber revista multidisciplinaria del consejo de investigación de la universidad de Oriente* [en línea], 2014, (Venezuela) 26(2). pp. 2-7. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4277/427739467011.pdf>

**MENOSCAL, R., & RODRÍGUEZ, E.** Elaboración de láminas biodegradables a partir de los residuos del almidón de yuca (*Manihot esculenta*) (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). [en línea] Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí “Manuel Félix López”, Manabí, Ecuador. 2017. pp. 1-50. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/623/1/TMA141.pdf>

**MINISTERIO DE CONSUMO.** *Ácido Cianhídrico* [en línea]. España: Agencia española de seguridad alimentaria y nutrición. 2022. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: [https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad\\_alimentaria/gestion\\_riesgos/HCN.pdf](https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/gestion_riesgos/HCN.pdf)

**MONTOYA, G.** *Aceites esenciales, una alternativa de diversificación para el eje cafetero* [en línea]. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. 2010. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/55532/9588280264.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**MUÑOZ, X.; et al.** *La yuca en Ecuador: su origen y diversidad genética* [en línea]. Ecuador: Universidad del Ecuador. 2017. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: [http://www.uagraria.edu.ec/publicaciones/revistas\\_cientificas/16/058-2017.pdf](http://www.uagraria.edu.ec/publicaciones/revistas_cientificas/16/058-2017.pdf)

**MUSTAPA, R.** “Utilization of chitosan as a basic material for making edible films from yellow sweet potato starch.” *Electric Publishing*, vol. 26, n°3 (2017), pp. 1-5.

**NAVIA , D.; & ARANA, N.** “Evaluación de propiedades físicas de bioplásticos termo-comprimidos elaborados con harina de yuca”. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, vol. 12, n°2 (2014), pp. 1-9.

**NICARAGUA, K.; et al.** *Guía del MIP del cultivo de la yuca* [en línea]. S.l.: CENIDA. 2004. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10N583.pdf>

**NTE INEN-ISO 1 529-10:98.** *Control microbiológico de los alimentos, mohos y levaduras viables. Recuentos en placa por siembra en profundidad*

**NTE INEN-ISO 1666.** *Almidones y féculas. Determinación del contenido en humedad. Método de desecación en estufa*

**NTE INEN-ISO 6647-1.** *Arroz. Determinación del contenido de amilosa. Parte 1: Método de referencia (ISO 6647-1: 2007, IDT)*

**OTEY, F.; & WESSTHOFF, R.** *Biodegradable film compositions prepared from starch and copolymers of ethylene and acrylic acid*. U.S. PTO.: US4133784. 1979.

**PICAZO, J.** *Métodos básicos para el estudio de la sensibilidad a los antimicrobianos* [en línea], S.l.: Sociedad Española de Enfermedades Infecciones y Microbiología Clínica. 2019. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.seimc.org/contenidos/documentoscientificos/procedimientosmicrobiologia/seimc-procedimientomicrobiologia11.pdf>

**PIZÁ, H.; et al.** Análisis experimental de la elaboración del bioplástico a partir de la cáscara de plátano para el diseño de una línea de producción alterna para las chifleras de Piura, Perú (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). [en línea] Universidad de Piura, Piura, Perú. 2017. pp. 1-108. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: [https://pirhua.udpe.edu.pe/bitstream/handle/11042/3224/PYT\\_Informe\\_Final\\_Proyecto\\_Bioplastico.pdf](https://pirhua.udpe.edu.pe/bitstream/handle/11042/3224/PYT_Informe_Final_Proyecto_Bioplastico.pdf)

**RACHED, L.; et al.** “Evaluación de harinas y almidones de mapuey (*Dioscorea trifida*), variedades blanco y morado”. *Archivos Latinoamericanos de nutrición* [en línea], 2006, 56(4). [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S000406222006000400010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S000406222006000400010&script=sci_arttext)

**RODRÍGUEZ, Christian; & PINCAY, Cinthya.** Elaboración de fundas biodegradables a partir del almidón de yuca modificado (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). [en línea] Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. 2022, pp. 1-99. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/60128>

**RODRÍGUEZ, G.** “Principales características y diagnóstico de los grupos patógenos de *Escherichia coli*. Adiveter”, *Salud pública de México*, vol. 44, n°5, 2018, pp. 1-12.

**RODRÍGUEZ, P.; & ARENAS, R.** *Hans Christian Gram and His Staining* [en línea]. Vol. 16. México: Sección de Micología, Hospital General Dr. Manuel Gea González, Calzada de Tlalpan 4800, C.P. 1408. 2018. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/cosmetica/dcm-2018/dcm182n.pdf>

**ROMERO, F.; et al.** “Antimicrobial effect of some essential oils.” *Journal of Essential Oil Research* [en línea], 2008, 20(4), pp. 373–379. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10412905.2008.9700034>

**SCIENTISTLIVE.** ¿Qué es el análisis del contenido de humedad? *SCIENTISTLIVE* [en línea], 2013. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.scientistlive.com/content/what-moisture-content-analysis>

**SENA.** *Introducción a la industria de los aceites esenciales extraídos de plantas medicinales y aromáticas* [en línea]. S.l.: SENA. 2004. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: [https://repositorio.sena.edu.co/sitios/introduccion\\_industria\\_aceites\\_esenciales\\_plantas\\_medicinales\\_aromaticas/pdf/ACEITES%20ESENCIALES%20EXTRAIDOS%20DE%20PLANTAS%20MEDICINALES%20Y%20AROMATICAS.pdf](https://repositorio.sena.edu.co/sitios/introduccion_industria_aceites_esenciales_plantas_medicinales_aromaticas/pdf/ACEITES%20ESENCIALES%20EXTRAIDOS%20DE%20PLANTAS%20MEDICINALES%20Y%20AROMATICAS.pdf)

**SERRANO, Y.** “Polyhydroxyalkanoates (PHAs) polymers produced by microorganisms. A solution to environmental Pollution”. *Revista Teoría y Praxis Investigativa*, vol. 5, n°2 (2010), p. 79.

**SHAMA, A.; et al.** “Antimicrobial Activity of the Masticatory Cola acuminat a Nut ( Gooro )”. *Research Journal of Biological Sciences*, vol.3, n°4 (2011), pp. 357–362.

**SUÁREZ, L.; & MEDEROS, V.** “Revisión bibliográfica: apuntes sobre el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta crantz*). Tendencias actuales”. *Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas* [en

línea], 2011, 32(3), pp. 1-9. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v32n3/ctr04311.pdf>

**TECHLAB.** Determinadores de Humedad. *Techlab* [en línea]. 2021. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <https://rptechlab.com/productos/determinadores-de-humedad/>

**TIRADO, P.** Estudio de compactación de la cáscara de nuez para mejorar la calidad de briquetas de biomasa (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). [en línea] Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. 2015. pp. 1-135. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/10366>

**TOVAR, T.** Caracterización morfológica y térmica del almidón de maíz (*Zea mays L*) obtenido por diferentes métodos de aislamiento (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). [en línea] Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. 2008. pp. 1-78. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/508/Caracterizacion%20omorfologica%20y%20termica%20almidon%20de%20maiz.pdf;jsessionid=269FCE074B01DA D67AEF10785DD0799A?sequence=1>

**TRUJILLO, C.** Obtención de películas biodegradables a partir del almidón de yuca ((*Manihot esculenta Crantz*) doblemente modificado para uso en empaques de alimentos (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). [en línea] Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Puerto Maldonado, Perú. 2014. pp. 2-147. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14070/65/004-2-1-013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**UNAM.** *Las frutas, coordinación de nutrición* [en línea]. México: UNAM. 2021. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.personal.unam.mx/Docs/Cendi/frutas.pdf>

**VALAREZO, M. J.** Desarrollo de biopolímeros a partir del almidón de corteza de yuca (*manihot asculenta*) (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). [en línea] Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador. 2012, pp. 1-158. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/2733/1/Maria%20Jose%20Valarezo%20Ulloa.pdf>

**YAUTIBUG, M.** Elaboración y caracterización de bioplásticos a partir de la cáscaras de yuca (*Manihot esculenta*) para la envoltura de alimentos (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado).

[en línea] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2021. pp. 1-87. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15446/1/156T0044.pdf>

**ZAHEDI, Y.; et al.** “Propiedades físicas de películas emulsionadas comestibles a base de proteína globulina de pistacho y ácidos grasos”. *J Food, Eng* [en línea], 2010, 100(1), pp. 102-108. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877410001500>

**ZAMBRANO, V.** Respuesta productiva de la especie vegetal medicinal aromática menta (*Mentha piperita L.*) al manejo agronómico de las variables densidad de siembra y frecuencias de corte Otavalo – Ecuador (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). [en línea] Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador. 2012, pp. 1-113. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6054>



**ANEXOS**

**ANEXO A: PREPARACIÓN DE LA MATERIA PRIMA**

A	B	C	D	
<p><b>NOTAS:</b></p>	<p><b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS QUÍMICA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN REALIZADO POR: Tania Guaylla Yessenia Jara</b></p>	<p><b>PROCESO EXPERIMENTAL</b></p>		
<p><b>A.</b> Materia prima almidón de yuca comercial. <b>B.</b> Aceites esenciales: eucalipto, romero, orégano, menta. <b>C.</b> Glicerina 99%. <b>D.</b> Bandeja de teflón.</p>		<p><b>LÁMINA</b></p>	<p><b>ESCALA</b></p>	<p><b>FECHA</b></p>
		<p>1</p>	<p>1:1</p>	<p>12-04-2023</p>

**ANEXO B: PRUEBA DE HUMEDAD, CENIZAS, PH**

**A**



**B**



**C**



**NOTAS:**

- A.** Porcentaje de humedad en termobalanza de las tres pruebas realizadas del almidon de yuca.
- B.** Porcentaje en cenizas realizada en la mufla de las tres pruebas en el almidon de yuca.
- C.** pH total realizada en el pH metro de las tres pruebas realizadas para el almidón de yuca.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
 DE CHIMBORAZO  
 FACULTAD DE CIENCIAS  
 ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS  
 QUÍMICA  
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN  
 REALIZADO POR:  
 Tania Guaylla  
 Yessenia Jara**

**PROCESO EXPERIMENTAL**

<b>LÁMINA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>
2	1:1	12-04-2023

**ANEXO C: PRUEBA DE SOLUBILIDAD, VISCOSIDAD DE UN GEL DE ALMIDÓN Y TEMEPRTURA DE GELATINIZACIÓN.**

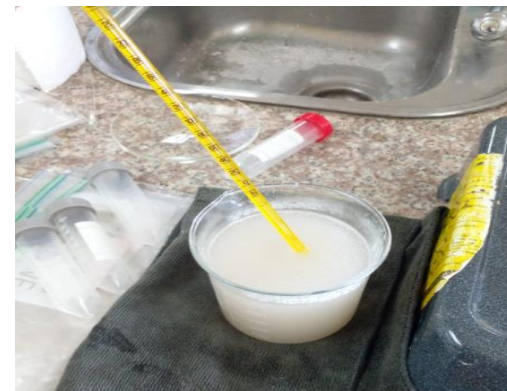
**A**



**B**



**C**



**NOTAS:**

- A.** Prueba de solubilidad del almidon de yuca en baño maría y en la centrífuga.
- B.** Porcentaje de viscosidad en el almidon de yuca medido en el viscosímetro.
- C.** Temperatura de gelatinización del almidon de yuca por medio de baño maría, enfriar a temperatura de 25°C y obtener la T° con un termómetro.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS  
QUÍMICA  
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN  
REALIZADO POR:**

Tania Guaylla  
Yessenia Jara

**PROCESO EXPERIMENTAL**

**LÁMINA**

**ESCALA**

**FECHA**

3

1:1

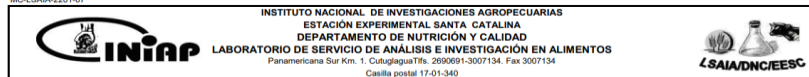
12-04-2023

## ANEXO D: PRUEBA DE AMILOSA, AMILOPECTINA, HONGOS, MOHOS, LEVADURAS Y COLIFORMES TOTALES

**A**

**B**

MC-LSAIA-2201-07



INFORME DE ENSAYO No: 23-024

<b>**NOMBRE PETICIONARIO:</b>	Srta. Yessenia Carolina Jara	<b>**INSTITUCIÓN:</b>	Particular
<b>**DIRECCIÓN:</b>	Venezuela 16-56 y Alvarado Riobamba	<b>**ATENCIÓN:</b>	Srta. Yessenia Carolina Jara
<b>FECHA DE EMISIÓN:</b>	02/03/2023	<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b>	16/02/2023
<b>FECHA DE ANALISIS:</b>	Del 16 de febrero al 02 de marzo del 2023	<b>HORA DE RECEPCIÓN:</b>	8h15
		<b>ANÁLISIS SOLICITADO:</b>	Amilosa

ANÁLISIS	HUMEDAD	AMILOSA <sup>0</sup>	**IDENTIFICACIÓN
METODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-04	
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	Morrison y Laignelet 1983	
UNIDAD	%	%	
23-0206	9,79	26,86	Almidón de Yuca

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

RESPONSABLES DEL INFORME

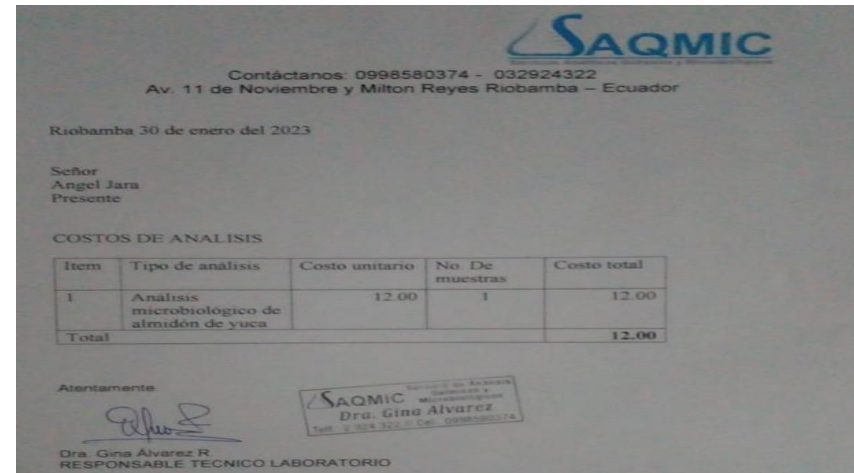
Quím. Verónica Arias  
RESPONSABLE TÉCNICO

Ing. Bladimir Ortiz  
RESPONSABLE CALIDAD

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

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

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



**NOTAS:**

- A.** Valores obtenidos de amilosa y amilopectina en la ciudad de Quito en INIAP (Laboratorio de servicio de análisis e investigación en alimentos)
- B.** Valores obtenidos de hongos, mohos, levaduras y coliformes totales realizados en el laboratorio de Aguas en la ESPOCH.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS  
QUÍMICA  
LABORATORIO DE AGUAS E INIAP**

**REALIZADO POR:**

Tania Guaylla  
Yessenia Jara

**PROCESO EXPERIMENTAL**

**LÁMINA**

**ESCALA**

**FECHA**

4

1:1

12-04-2023

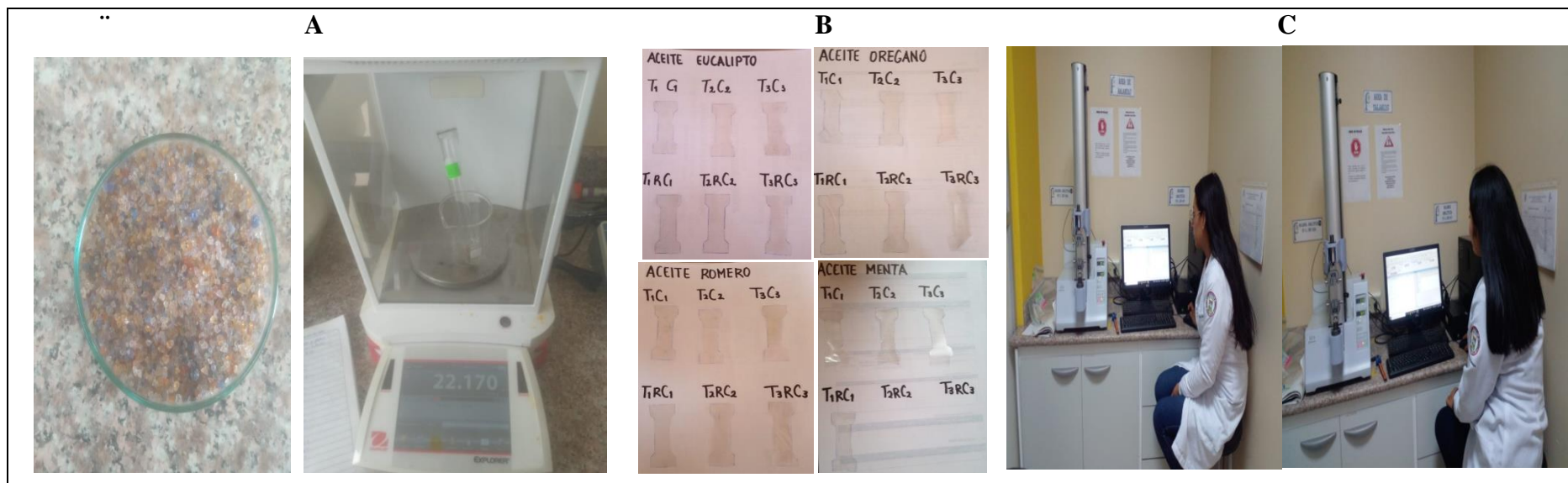
**ANEXO E: ELABORACIÓN DE LÁMINAS BIODEGRADABLES**

A	B	C	D	E	F	
<p><b>NOTAS:</b></p>		<p><b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS QUÍMICA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN REALIZADO POR: Tania Guaylla Yessenia Jara</b></p>			<p><b>PROCESO EXPERIMENTAL</b></p>	
<p>A. Peso del vidrio reloj. B. Peso del almidón de yuca. C. 100ml de agua destilada. D. 1ml de glicerina. E. Exposición al calor para mejorar su disolución y aplicación de los diferentes aceites. F. Colocación en la bandeja de teflón.</p>					<p><b>LÁMINA</b></p>	<p><b>ESCALA</b></p>
		<p>5</p>	<p>1:1</p>	<p>12-04-2023</p>		

**ANEXO F: PRUEBA DE HUMEDAD Y SOLUBILIDAD**


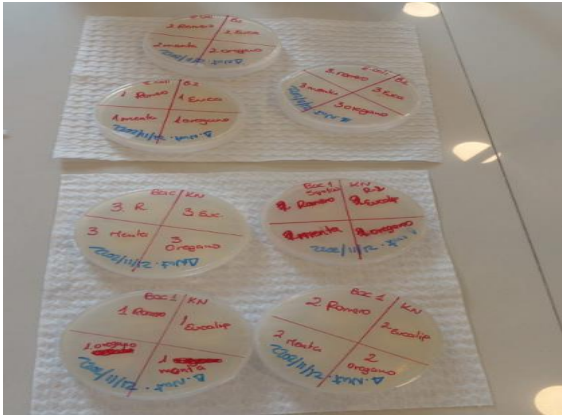
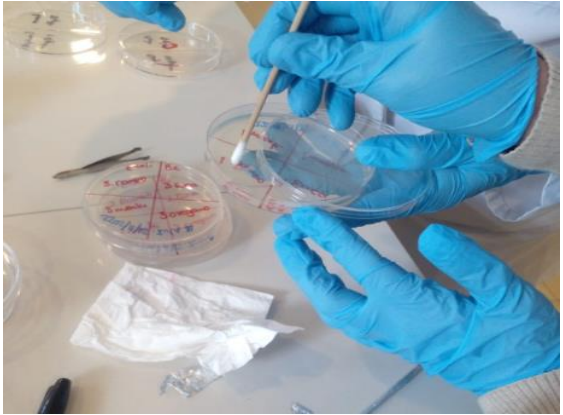
A	B	C	D	E		
<p><b>NOTAS:</b></p>		<p><b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS QUÍMICA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN REALIZADO POR: Tania Guaylla Yessenia Jara</b></p>		<p><b>PROCESO EXPERIMENTAL</b></p>		
<p><b>A.</b> Muestras de cada lámina biodegradable colocadas en cajas Petri para análisis de humedad.</p> <p><b>B.</b> Peso de cada lámina biodegradable para el porcentaje de humedad.</p> <p><b>C.</b> Muestra de láminas biodegradables colocados matraces con 30ml de agua para análisis de solubilidad.</p> <p><b>D.</b> Muestras llevadas al Shaker para su debida agitación.</p> <p><b>E.</b> Peso en la balanza de cada lámina para obtener el porcentaje de solubilidad.</p>				<p><b>LÁMINA</b></p> <p>6</p>	<p><b>ESCALA</b></p> <p>1:1</p>	<p><b>FECHA</b></p> <p>12-04-2023</p>

**ANEXO G: PRUEBA DE PERMEABILIDAD Y PUREBAS MECÁNICAS**



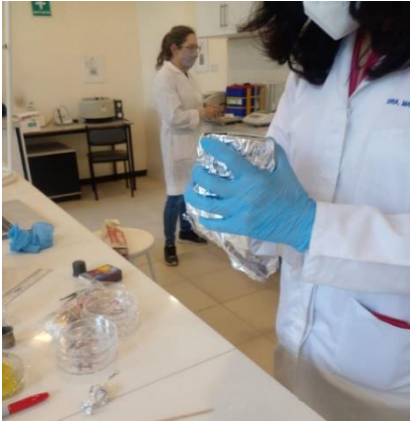
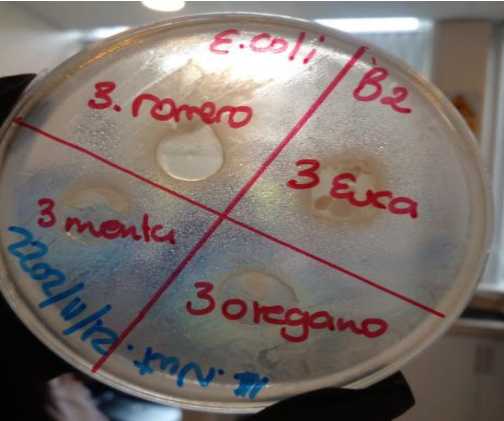

<b>NOTAS:</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS QUÍMICA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN REALIZADO POR: Tania Guaylla Yessenia Jara</b>	<b>PROCESO EXPERIMENTAL</b>		
<p><b>A.</b> Prueba de permeabilidad, activando silica gel colocadas en tubos de ensayo pasando por 6 horas en el desecador y pesadas cada hora en la balanza.</p> <p><b>B.</b> Moldes adaptados a cada lamina biodegradable que requiere el quipo.</p> <p><b>C.</b> Medición y colocacion de los moldes de las láminas para su respectivo análisis.</p>		<b>LÁMINA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>
		7	1:1	12-04-2023

**ANEXO H: ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS CON ESCHERICHIA COLI Y KLEBSIELLA PNEUMONIAE**

<p style="text-align: center;"><b>A</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>B</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>C</b></p> 		
<p style="text-align: center;"><b>NOTAS:</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS QUÍMICA (ELABORADO EN LA UNIVERSIDAD DE CUENCA) LABORATORIO DE INSTRUMENTAL REALIZADO POR: Tania Guaylla Yessenia Jara</b></p>	<b>PROCESO EXPERIMENTAL</b>		
<p><b>A.</b> Láminas de cada aceite y concentración cortadas en círculos</p> <p><b>B.</b> Muestra de las láminas colocadas en cajas Petri y etiquetadas en cada aceite y concentración para cada bacteria utilizada.</p> <p><b>C.</b> Colocacion de las bacterias Escherichia coli y Klebsiella pneumoniae con ayuda de un cotonete.</p>		<b>LÁMINA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>
		8	1:1	12-04-2023



**ANEXO I: ACTIVIDAD MICROBIANA Y MEDICIÓN DE HALOS DE INHIBICIÓN**

<p style="text-align: center;"><b>A</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>B</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>C</b></p> 		
<p><b>NOTAS:</b></p>	<p><b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS QUÍMICA (ELABORADO EN LA UNIVERSIDAD DE CUENCA) LABORATORIO DE INSTRUMENTAL REALIZADO POR: Tania Guaylla Yessenia Jara</b></p>	<p><b>PROCESO EXPERIMENTAL</b></p>		
<p><b>A.</b> Empaquetado de las cajas Petri de cada lamina con la bacteria para llevar a refrigeración por 24 horas</p> <p><b>B.</b> Presencia de bacterias en las láminas biodegradables.</p> <p><b>C.</b> Medición de halos de inhibición en cada lamina biodegradable.</p>		<p><b>LÁMINA</b></p>	<p><b>ESCALA</b></p>	<p><b>FECHA</b></p>
		<p>9</p>	<p>1:1</p>	<p>12-04-2023</p>



**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:** 13 / 07 / 2023

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Tania Yadira Guaylla López Yessenia Carolina Jara Tello
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias
<b>Carrera:</b> Química
<b>Título a optar:</b> Químico
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

1340-DBRA-UPT-2023