



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

FACTIBILIDAD DEL USO DE LA PENCA DE LA PITAHAYA
(Selenicereus sp.) PARA LA OBTENCIÓN DE BIOPLÁSTICO EN
EL CANTÓN PALORA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA:

NAYELY ESTEFANIA JARA FRANCO

Macas – Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

FACTIBILIDAD DEL USO DE LA PENCA DE LA PITAHAYA
(Selenicereus sp.) PARA LA OBTENCIÓN DE BIOPLÁSTICO EN
EL CANTÓN PALORA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA: NAYELY ESTEFANIA JARA FRANCO

DIRECTORA: ING. JESSICA PAOLA ARCOS LOGROÑO

Macas – Ecuador

2023

© 2023, Nayely Estefania Jara Franco

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

Yo, Nayely Estefania Jara Franco, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

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

Macas, 25 de mayo de 2023



Nayely Estefania Jara Franco

1401165954

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, **FACTIBILIDAD DEL USO DE LA PENCA DE LA PITAHAYA (Selenicereus sp.) PARA LA OBTENCIÓN DE BIOPLÁSTICO EN EL CANTÓN PALORA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.**, realizado por la señorita: **NAYELY ESTEFANIA JARA FRANCO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Javier Ignacio Briones García MCs. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 _____	2023-05-25
Ing. Jessica Paola Arcos Logroño MCs. DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	 _____	2023-05-25
Ing. Ximena Rashell Cazorla Vinueza MCs. ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	 _____	2023-05-25

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación curricular a mi padre Félix Jara mi angelito en el cielo que ha iluminado mis pasos y me fortalecido para seguir adelante con mis proyectos, a mi madre María Luisa y abuelita Martha López por su apoyo incondicional, comprensión, confianza y enseñanza en no decaer ante las adversidades, a mis hermanos Sebastian y Emily, a mis tías Martha, Cecilia, demás familiares y amistades por motivarme a cumplir mis sueños anhelados.

Nayely

AGRADECIMIENTO

Desde lo más profundo de mi corazón agradezco a Dios y a la Virgen Purísima de Macas quienes me han guiado, me han brindado salud y me han fortalecido para seguir adelante a pesar de las adversidades, a las personas incondicionales que me han apoyado a lo largo de mis estudios y han creído en mí, a la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo y docentes por brindar una educación de calidad.

Nayely

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.1.	Planteamiento del problema	3
1.2.	Limitaciones y delimitaciones	3
1.3.	Problema general de investigación	4
1.3.1.	<i>Problemas específicos de investigación</i>	4
1.4.	Objetivos	4
1.4.1.	<i>Objetivo general</i>	4
1.4.2.	<i>Objetivos específicos</i>	4
1.5.	Justificación	5
1.5.1.	<i>Justificación Teórica</i>	5
1.5.2.	<i>Justificación Práctica</i>	5
1.6.	Hipótesis	5

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO	6
2.1.	Antecedentes de investigación	6
2.2.	Bases conceptuales	7
2.2.1.	<i>Bioplástico</i>	7
2.2.2.	<i>Polisacáridos</i>	7
2.2.3.	<i>Proteína natural</i>	7
2.2.4.	<i>Pitahaya</i>	7
2.2.5.	<i>Pencas de la Pitahaya</i>	7

2.2.6.	<i>Mucílago de la Pitahaya</i>	8
2.2.7.	<i>Proteínas</i>	9
2.3.	Bases Teóricas	9
2.3.1.	<i>Biodegradación</i>	9
2.3.2.	<i>Polímero biodegradable</i>	9
2.3.3.	<i>Polisacáridos complejos</i>	9
2.3.4.	<i>Glicerina</i>	9
2.3.5.	<i>Ácido acético</i>	10
2.3.6.	<i>Azúcares</i>	10

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	11
3.1.	Enfoque de investigación	11
3.2.	Nivel de investigación	11
3.3.	Diseño de investigación	11
3.3.1.	<i>Según la manipulación o no de la variable independiente</i>	11
3.3.1.1.	<i>Variable independiente</i>	11
3.3.1.2.	<i>Variable dependiente</i>	11
3.3.2.	<i>Según las intervenciones en el trabajo de campo</i>	12
3.4.	Tipo de estudio	12
3.5.	Tipo de estudio	12
3.5.1.	<i>Área de estudio</i>	12
3.5.2.	<i>Selección de la muestra</i>	13
3.5.3.	<i>Tamaño de la muestra</i>	13
3.6.	Métodos, técnicas e instrumentos de investigación	14
3.6.1.	<i>Extracción el mucílago de la penca de la pitahaya</i>	14
3.6.2.	<i>Caracterización fisicoquímica del mucílago de la penca de la pitahaya.</i>	16
3.6.3.	<i>Obtención de bioplástico a partir del mucílago de la penca de la pitahaya (Selenicereus sp)</i>	24
3.6.4.	<i>Técnica de caracterización físico-mecánica del bioplástico de la penca de la pitahaya (Selenicereus sp)</i>	27

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	29
----	---	----

4.1.	Análisis de la caracterización fisicoquímica del mucílago (Selenicereus sp)	29
4.2.	Análisis de la caracterización físico-mecánica del bioplástico (Selenicereus sp)..	34
4.3.	Prueba de hipótesis.....	48

CAPÍTULO V

5.	MARCO PROPOSITIVO.....	49
5.1.	Propuesta	49

CONCLUSIONES.....	50
--------------------------	-----------

RECOMENDACIONES.....	51
-----------------------------	-----------

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1:	Análisis químico proximal de tallos de pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>).....	8
Tabla 2-2:	Composición química y nutricional de la pitahaya (<i>Selenicereus megalanthus</i>) ...	8
Tabla 3-1:	Técnica para la extracción el mucílago de la penca de la pitahaya.....	15
Tabla 3-2:	Técnicas para la caracterización fisicoquímica del mucílago de la penca de la pitahaya.....	16
Tabla 3-3:	Técnica de elaboración del bioplástico a partir del mucílago de la penca de la pitahaya.....	24
Tabla 3-4:	Diseño experimental para la extracción el mucílago de la penca de la pitahaya .	26
Tabla 3-5:	Formulaciones para la elaboración del bioplástico.....	26
Tabla 3-6:	Formulaciones para la elaboración del bioplástico.....	27
Tabla 4-1:	Determinación del pH.....	29
Tabla 4-2:	Porcentaje de Humedad	29
Tabla 4-3:	Contenido de ceniza.....	30
Tabla 4-4:	Determinación de grasa.....	30
Tabla 4-5:	Determinación de fibra	31
Tabla 4-6:	Capacidad de retención de agua.....	31
Tabla 4-7:	Determinación de Sólidos Solubles.....	32
Tabla 4-9:	Rendimiento de extracción del mucílago	32
Tabla 4-10:	Determinación de Proteínas	33
Tabla 4-11:	Determinación de azúcares	33
Tabla 4-12:	Análisis fisicoquímico del mucílago (<i>Selenicereus sp</i>)	34
Tabla 4-13:	Resistencia a la ruptura y elongación.....	35
Tabla 4-14:	Análisis de varianza ANOVA de la resistencia a la ruptura.	36
Tabla 4-15:	Análisis de varianza ANOVA de la elongación.	37
Tabla 4-16:	Permeabilidad al vapor de agua.	38
Tabla 4-17:	Análisis de varianza ANOVA de la permeabilidad al vapor de agua.	39
Tabla 4-18:	Espesor	41
Tabla 4-19:	Análisis de varianza ANOVA del espesor.	42
Tabla 4-20:	Humedad.....	42
Tabla 4-21:	Análisis de varianza ANOVA de la humedad.	43
Tabla 4-22:	Solubilidad.....	44
Tabla 4-25:	Balance de masa del bioplástico entrada-salida=acumulación	46
Tabla 4-26:	Comparación del bioplástico (<i>Selenicereus sp</i>) con plástico común	47
Tabla 4-27:	Análisis físico-mecánico del bioplástico (<i>Selenicereus sp</i>)	48

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 3-1:	Mapa de ubicación del área de estudio	13
Ilustración 3-2:	Diagrama de flujo obtención del mucílago de la penca de la pitahaya.	14
Ilustración 3-3:	Diagrama de flujo del mucílago de penca de la pitahaya (<i>Selenicereus sp</i>)..	25
Ilustración 4-1:	Subconjunto homogéneo de la resistencia a la ruptura.	36
Ilustración 4-2:	Subconjunto homogéneo de la elongación.	37
Ilustración 4-3:	Resultado de la permeabilidad al vapor de agua.	39
Ilustración 4-4:	Subconjunto homogéneo de la permeabilidad.	40
Ilustración 4-5:	Subconjunto homogéneo de la humedad.	43
Ilustración 4-6:	Subconjuntos homogéneos de la degradación	45
Ilustración 4-7:	Resultados degradabilidad en el agua.....	46

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** MUESTRAS DE PITAHAYA RECOLECTADAS.
- ANEXO B:** PESADO , LAVADO Y DESINFECTADO DE LAS MUESTRAS RECOLECTADAS.
- ANEXO C:** TAMAÑO DE LA PENCA DE LA PITAHAYA PARA EL PROCESO DE HOMOGENIZACIÓN.
- ANEXO D:** MUCÍLAGO CENTRIFUGADO Y PRECIPITADO EN ALCOHOL AL 96%.
- ANEXO E:** DETERMINACIÓN DE FIBRA DEL MUCÍLAGO DE LA PENCA DE LA PITAHAYA
- ANEXO F:** DETERMINACIÓN DE GRASA DEL MUCÍLAGO DE LA PENCA DE LA PITAHAYA.
- ANEXO G:** DETERMINACIÓN DE HUMEDAD DEL MUCÍLAGO DE LA PENCA DE LA PITAHAYA.
- ANEXO H:** PREPARACIÓN DEL BIOPLÁSTICO A PARTIR DE LA PENCA DE LA PITAHAYA.
- ANEXO I:** OBTENCIÓN DEL BIOPLÁSTICO A PARTI DE LA PENCA DE LA PITAHAYA.
- ANEXO J:** SOLUBILIDAD DEL BIOPLÁSTICO A PARTIR DE LA PENCA DE LA PITAHAYA.
- ANEXO K:** HUMEDAD DEL BIOPLÁSTICO A PARTIR DE LA PENCA DE LA PITAHAYA.
- ANEXO L:** PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA DEL BIOPLÁSTICO A PARTIR DE LA PENCA DE LA PITAHAYA.
- ANEXO M:** ANÁLISIS DE AZÚCARES DEL MUCÍLAGO DE LA PENCA DE PITAHAYA
- ANEXO N:** ANÁLISIS DE PROTEÍNAS DEL MUCÍLAGO DE LA PENCA DE PITAHAYA

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 3-1:	Humedad.....	16
Ecuación 3-2:	Contenido de ceniza	17
Ecuación 3-3:	Determinación de grasa.....	18
Ecuación 3-4:	Determinación de fibra.....	19
Ecuación 3-5:	Capacidad de retención de agua	20
Ecuación 3-6:	Determinación de sólidos solubles	20
Ecuación 3-7:	Densidad aparente	21
Ecuación 3-8:	Rendimiento de extracción de mucílago.....	21
Ecuación 3-9:	Determinación de proteínas.....	22
Ecuación 3-10:	Permeabilidad al vapor de agua.....	28
Ecuación 3-11:	Humedad del bioplástico	28
Ecuación 3-12:	Solubilidad del bioplástico	28

RESUMEN

En la parroquia Sangay se generan grandes cantidades de residuos sólidos, principalmente plástico, que se disponen en un botadero cercano a un río, lo que afecta la calidad del agua, por tal motivo, se han planteado como objetivo de la investigación determinar la factibilidad del uso de la penca de la pitahaya (*Selenicereus sp*) para la obtención de bioplástico utilizando el mucílago, extraído de los tallos de edad mayor a 12 meses. En la metodología se empleó un proceso de homogenización, filtración, doble centrifugado y precipitación con alcohol al 96% obteniendo un porcentaje de rendimiento del mucílago de 51,75%, posteriormente se caracterizó 10 propiedades fisicoquímicas como pH (5,04), humedad (96,22%), contenido de ceniza (1,93%), determinación de grasa (6,23%), capacidad de retención de agua (3,31%), densidad aparente (1,92%), determinación de proteínas (11,8%), sólidos solubles (2,52%), determinación de fibra (2,85%), y determinación de azúcares (<0,8). Para las películas bioplásticas se aplicó un diseño experimental al azar con cuatro tratamientos y repeticiones analizando una sola variable independiente (mucílago de la penca de pitahaya), se adicionó aditivos como la grenetina, vinagre y glicerina que estabiliza la estructura y aporta humedad al bioplástico con una agitación de 600 rpm a 80° C durante 10 minutos. Como resultado, las propiedades físico-mecánicas de las películas bioplásticas mediante la Normativa INEN en los tratamientos T3 y T4, presentaron mejores características en las pruebas mecánicas como la resistencia a la ruptura (34,75 N), elongación (87,2 mm), permeabilidad al vapor de agua ($2,31E-07 \text{ g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{MPa}^{-1}$), espesor (0,033-0,034 mm), humedad (77,69-81,40%) y solubilidad (5,83-36,82 %). Concluyendo así que, con las normas establecidas se determina que el mucílago posee características idóneas para la formulación de bioplástico, obteniendo resultados óptimos dentro de los límites establecidos.

Palabras clave: <MUCÍLAGO>, <PELÍCULAS BIOPLÁSTICAS>, <CLADODIOS>, <BIODEGRADABILIDAD >, <PROTEÍNA>.

1168-DBRA-UPT-2023



ABSTRACT

In the “Parroquia Sangay”, it generates large amounts of solid waste mainly plastic, which are disposed of in a dump near a river affecting water quality. For this reason, the objective of the current research work was to determine the feasibility of using the pitahaya (*Selenicereus* sp) stalk in order to obtain bioplastic through the use of mucilage extracted from the stalks older than 12 months. The methodology employed a process of homogenization, filtration, double centrifugation and precipitation with 96% alcohol, obtaining a percentage yield of 51.75% of the mucilage. After that, 10 physicochemical properties were characterized: pH (5.04), moisture (96.22%), ash content (1.93%), fat determination (6.23%), water retention capacity (3.31%), bulk density (1.92%), protein determination (11.8%), soluble solids (2.52%), fiber determination (2.85%), and sugar determination (<0.8). For the bioplastic fibers, it applied a randomized experimental design with four treatments and repetitions through the analysis of the single independent variable (pitahaya stalk mucilage), adding additives such as: grenetin, vinegar and glycerin to stabilize the structure and provide moisture to the bioplastic with an agitation of 600 rpm at 80° C during 10 minutes. As a result, the physical-mechanical properties of the bioplastic fibers by INEN Standard in treatments T3 and T4, presented better characteristics in mechanical tests such as: breaking strength (34.75 N), elongation (87.2 mm), water vapor permeability ($2.31E-07 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{MPa}^{-1}$), thickness (0.033-0.034 mm), humidity (77.69-81.40%), and solubility (5.83-36.82 %). Finally, the established standards determined that the mucilage has suitable characteristics for the formulation of bioplastic, obtaining optimum results within the established parameters.

Keywords: <MUCILAGE>, <BIOPLASTIC FIBERS>, <CLADODIES>, <BIODEGRADABILITY >, <PROTEIN>.


By: Leonardo Mauricio Martínez Paredes

0602902504

INTRODUCCIÓN

La industria del plástico común a nivel mundial comienza desde la década de 1950 produciendo en total 1.7 millones de toneladas y en el año 2012 alcanza los 288 millones de toneladas (Góngora, 2014, p. 5). China es el mayor productor representando el 30% del total en el continente asiático, 17% proveniente de Europa, 18% de América del Norte, 7 % Oriente Medio y África, y el 4% de América Latina (PlasticsEurope,2019, p. 15). En Ecuador, en el año 2018 cada habitante en una zona urbana produce alrededor de 0,86 kg de residuos sólidos al día (AME-INEC,2020, p. 28), siendo el total de la recolecta de 12,613 toneladas diarias, entre los cuales el 43,8% corresponde a los residuos inorgánicos siendo el plástico el mayor desecho representando el 11%, el cual se divide en plástico rígido con el 6,51% y el 4,45% de plástico suave (MPCEIP & GIZ, 2021, pp. 103-113). En el cantón Palora ubicado en la provincia de Morona Santiago se generan 0,5076 kg/Hab/día en los cuales el 38% de los residuos son inorgánicos siendo el 65% proveniente de plásticos. (Fuentes & Silva, 2009, p. 3)

El uso del plástico ha ido en aumento según las cifras antes mencionadas debido a la alta demanda en el empaquetamiento, embalaje, transporte y comercialización de productos de uso cotidiano (Jiménez, 2019,p. 11), conjunto con un deficiente sistema de reciclaje y el exagerado tiempo de degradación representan un problema ambiental provocando la contaminación del suelo, agua y aire debido a los polímeros sintéticos con los cuales está fabricado (Iguardia,2013, p. 54), por tal razón la sociedad tiene la necesidad de implementar alternativas amigables con el medio ambiente con características biodegradables que en un futuro puedan ser sustitutos del plástico común (Ruiz, 2015, p.4), siendo una opción el bioplástico elaborado a partir de materia renovable de fuentes vegetales como los desechos orgánicos, y al descomponerse no cause efectos negativos en el ambiente. (Torres, 2015, p. 3)

El bioplástico es un tipo de plástico biodegradable que está constituido por biopolímeros de fuente natural, como el almidón, celulosa o a partir de microorganismos, que en un futuro podrían sustituir al plástico derivado del petróleo (Pizá et al.,2017, p. 89). Es una alternativa que se ha creado debido a los múltiples beneficios que ofrece como su capacidad de degradación y reintegración de sus componentes en la naturaleza, disminución de huella de carbono al utilizar desechos vegetales como la cáscara de plátano, papa, cáscara de la pitahaya y no recursos de fuentes no renovables, al igual que requiere un bajo costo energético. (Romero et al., 2019, p. 3)

La pitahaya es una planta nativa perenne trepadora de América Tropical perteneciente a la familia de las cactáceas que se caracterizan por el almacenamiento de mucílago en los tallos o las pencas

como es conocido comúnmente para retener agua para la planta en época de sequía, (García,2011, p. 5), la producción de pitahaya en el Cantón Palora durante el año 2019 fue de 12 mil toneladas, de las cuales el 80% fue destinado a mercados internacionales, mientras que la penca es desechada o aprovechada como abono para los mismos cultivos (Franco & Cajas ,2020, p. 10), estos factores pueden ser importantes para esta investigación debido a que se puede determinar la factibilidad del uso de la penca de la pitahaya (*Selenicereus sp*) para la obtención de bioplástico en el cantón Palora, provincia de Morona Santiago.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

La producción mundial de plástico entre los años 2000 a 2019 ascendió a 460 millones de toneladas, de los cuales 6,1 millones de residuos plásticos terminaron en los ecosistemas dulceacuícolas y 1,7 millones en el océano. (OECD, 2022, p. 4). De la cantidad de plástico producido a nivel global únicamente se recicla alrededor del 9%, se incinera el 12% y el 79% es acumulado en los rellenos sanitarios (INCyTU, 2019, p. 2). En Ecuador durante el año 2016 existían 579 empresas dedicadas a la producción de plástico donde el 24,70% era destinado para el proceso de envasado de productos de un solo uso (Riera & Palma, 2018, p. 76). En las playas costeras ecuatorianas en el año 2005 se recolectaron más de 1.300 toneladas de residuos marinos siendo el 55,2% provenientes del océano pacífico (Coello & Macías, 2010, p. 6). En la parroquia Sangay perteneciente al cantón Palora se generan 416,77 kg/semana de residuos sólidos de los cuales el plástico representa el segundo residuo que más se genera con 62,13 kg/semana, su disposición final es en el botadero de basura cercano al río Pastaza lo que generan impactos negativos en la calidad del afluente. (Sando, 2012, p. 1)

La problemática del uso del plástico provoca impactos negativos en los ecosistemas debido al tiempo de degradación, por lo cual el bioplástico fabricado a partir de materia prima como la celulosa puede convertirse en un futuro el sustituto de los plásticos sintéticos (Duarte, 2022, p. 8). El cantón Palora exporta el 70% de pitahaya convirtiéndose en el principal exportador en Ecuador, por cada lote de terreno se cosecha 5000 kg/ha (Dieguez et al., 2020, p. 8). La penca de la pitahaya en la mayoría de casos se aprovecha como materia orgánica para elaborar abono o se desecha, pero debido a las características que posee para retener agua puede presentar un mayor porcentaje de mucílago (Difilo, 2017, p. 5), aún no se han realizado estudios previos sobre la caracterización del mucílago de la penca de la pitahaya por lo cual se pretende en esta investigación caracterizar el rendimiento del mucílago obtenido y su factibilidad para la elaboración de bioplástico que permita disminuir la contaminación generada por los plásticos sintéticos.

1.2 Limitaciones y delimitaciones

Las principales limitaciones que se presentaron en la investigación para la obtención de las muestras es la poda de los tallos que únicamente se realiza al finalizar la cosecha, por otra parte,

para la extracción del mucílago, es necesario las pencas recién podadas, por lo que la distancia es muy lejana del lugar de obtención de los desechos de la penca de la pitahaya en el cantón Palora y la del laboratorio ubicado en el cantón Morona, otro factor limitante es que no existen estudios previos acerca del bioplástico a partir de la penca de la pitahaya por lo que dificulta la investigación.

1.3 Problema general de investigación

¿Es factible el uso de la penca de la pitahaya (*Selenicereus sp*) para la obtención de bioplástico en el cantón Palora, provincia de Morona Santiago?

1.3.1 Problemas específicos de investigación

- ¿Cómo influyen las propiedades fisicoquímicas del mucílago de la penca de la pitahaya (*Selenicereus sp*) extraído?
- ¿Cuál es la metodología adecuada para la obtención de películas bioplásticas a partir del mucílago de la penca de la pitahaya (*Selenicereus sp*) que permita mejores características físico-mecánicas?
- ¿Cuáles son las características físico-mecánicas de las películas bioplásticas obtenidas a partir del mucílago de la penca de la pitahaya (*Selenicereus sp*) según la normativa INEN?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Determinar la factibilidad del uso de la penca de la pitahaya (*Selenicereus sp*) para la obtención de bioplástico en el cantón Palora, provincia de Morona Santiago

1.4.2 Objetivos específicos

- Caracterizar las propiedades fisicoquímicas del mucílago de la penca de la pitahaya (*Selenicereus sp*) extraído.
- Evaluar la metodología adecuada para la obtención de películas bioplásticas a partir del mucílago de la penca de la pitahaya (*Selenicereus sp*) que permita mejores características físico-mecánicas.

- Evaluar las características físico-mecánicas de las películas bioplásticas obtenidas a partir del mucílago de la penca de la pitahaya (*Selenicereus sp*) según la normativa INEN.

1.5 Justificación

1.5.1 Justificación teórica

No existen estudios previos acerca del bioplástico elaborado a partir de la penca de la pitahaya lo que dificulta recopilar información de interés, por lo que se pretende contribuir al avance tecnológico con relación a los bioplásticos mediante la utilización del mucílago, obteniendo subproductos provenientes de los desechos vegetales disminuyendo la contaminación en el ambiente.

1.5.2 Justificación práctica

En la investigación se pretende implementar una alternativa ambiental para minimizar el uso excesivo del plástico a nivel mundial en un futuro utilizando el desecho de la penca de la pitahaya que son comúnmente incineradas, desechadas o utilizadas como abono para obtener un bioplástico que no genere contaminación en los ecosistemas, use recursos no renovables y sea de fácil degradación reincorporando sus componentes al ambiente sin causar alguna alteración.

1.6 Hipótesis

Es factible el uso de la penca de la pitahaya (*Selenicereus sp*) para la obtención de bioplástico.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de investigación

El uso masivo de plásticos derivados del petróleo en el empaquetamiento de productos industriales, domésticos, farmacéuticos (García,2015, p. 45) y la falta de educación ambiental entorno al reciclaje provoca que el 80% de los residuos plásticos terminen contaminando el océano (Catalán,2011, p. 34), esta situación conlleva a la creación de nuevas alternativas que sustituyan al plástico y a fomentar una conciencia verde es así como nace una nueva idea que son los bioplásticos elaborados con materiales que poseen características biodegradables especialmente de fuentes vegetales (Villada et al.,2007, p. 8).

La pitahaya del género (*Selenicereus megalanthus*) perteneciente a la familia de las cactáceas poseen tallos largos hasta 1,5 metros, conformados por tres aristas de color verde donde brotan areolas y crecen espinas que ayudan al almacenamiento de agua (Santacruz et al., 2009, pp. 5-15) además el cactus tiene la capacidad de almacenar mucílago en sus tallos (Matsuhiro et al., 2006, p. 264) también posee similares propiedades alimenticias que los cladodios de nopal (Martínez, 2006, p.22). En estudios realizados por (McGarvie & Parolis,1981, p. 88) menciona que el mucílago *opuntia ficus* es un polisacárido que contiene L-ribosa, D-xilosa, ácido 1,4- α -D-galactopiranosilurónico, 1,2- β -L-ramnopiranosilo ramificadas por cadenas cortas de residuos de 1,6- β -D-galactopiranosilo, también son considerados hidocoloides que pueden formar geles capaces de retener agua (García,2011, p. 9).

La investigación realizada por (Pascoe,2016, p. 2) en la Universidad del Valle de Atemajac logra crear películas bioplásticas a partir del mucílago del nopal con capacidad de degradación hasta de 10 semanas, (Pazmiño, 2021, p. 80) también obtuvo bioplástico a partir del mucílago *opuntia ficus* para uso de envolturas alimenticias con un rendimiento de 38.40 %. Se ha obtenido mucílago de la cáscara de la pitahaya para el estudio de sus propiedades fisicoquímicas y funcionales con un rendimiento mediante la extracción en seco de 0.78% que puede ser industrializado (Dávila, 2022, p. 60), mientras que (García ,2011, p. 3) realiza el proceso de optimización por aspersion del mucílago de la pitahaya para su conservación en estado fresco así evitando la contaminación por microorganismos y alargando su vida útil. No existen estudios previos sobre el bioplástico elaborado a partir de la penca de la pitahaya como materia prima, por tal razón se decide experimentar y determinar su factibilidad basado en los antecedentes mencionados anteriormente.

2.2 Bases conceptuales

2.2.1 *Bioplástico*

Los bioplásticos son plásticos biodegradables debido a que están fabricados a partir de polímeros con alto peso molecular y de origen natural proveniente de fuentes renovables con carácter biodegradable. Ayuda a preservar fuentes de energía no renovables debido a que son considerados una solución para disminuir la contaminación al medio ambiente por plásticos derivados de petróleo. (Chariguamán,2015, p. 1)

2.2.2 *Polisacáridos*

Los polisacáridos son moléculas orgánicas que poseen una elevada masa molecular y una estructura lineal, (Ramírez,2008, p. 1); son resistentes frente a aceites y grasas, y al entrelazar polisacáridos como el quitosano con aldehídos convierte a la película insoluble en agua y le da mayor resistencia (Villada et al., 2007, p. 6)

2.2.3 *Proteína natural*

Las proteínas son polímeros compuestos principalmente por carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre en menor cantidad, están formadas por cadenas de aminoácidos con estructura tridimensional lo que le permiten desarrollar distintas funciones enzimáticas, transportadoras y estructurales. (Guillén, 2008, p. 1)

2.2.4 *Pitahaya*

La pitahaya es originaria de las regiones tropicales del norte, centro y Sur de América donde constituye un recurso económico de gran importancia, es una planta cactácea, perenne, trepadora con raíces fibrosas lo que le permiten fijarse en los diferentes soportes además de absorber nutrientes (Meráz et al., 2003; Centurión et al., 2008; Ramírez et al., 2011).

2.2.5 *Pencas de la pitahaya*

Las pencas o tallos de la pitahaya son suculentos, fotosintéticos, triangulares que llegan a medir desde unos centímetros hasta los 2 metros de largo y son capaces de vivir en zonas de mediana humedad ya que pueden almacenar agua en los periodos más secos (Meráz et al., 2003; Esquivel, 2004; le Bellec et al., 2006; Lezama et al., 2009).

Tabla 2-1: Análisis químico proximal de tallos de pitahaya (*Hylocereus undatus*)

Elementos	Brotos (%)	Tallos maduros
Humedad	92.79	80.00
Cenizas	1.53	2.00
Fibra cruda	1.55	3.00
Proteínas	1.07	0.70
Grasas	0.18	0.30
Hidratos de carbono	2.88	14.00

Fuente:(García ,2011; citados en Castillo et al.,1996, p.54)

Realizado por: Jara N., 2023

Tabla 2-2: Composición química y nutricional de la pitahaya (*Selenicereus megalanthus*)

Elementos	100 g de pitahaya
Humedad	85,4
Cenizas	13,2
Carbohidratos totales	0,4
Extracto etéreo	0,1
Proteína	0,4
Fibra	0,5
Fósforo	16,0
Calcio	10,0
Hierro	0,3
Vitamina C	4,0

Fuente: (Santacruz et al., 2009, p.18)

Realizado por: Jara N., 2023

2.2.6 Mucílago de la pitahaya

Es un polímero de origen natural que tiene la capacidad de retener la humedad mayor a 80% , presenta comportamientos mecánicos al flujo de carácter no newtoniano del tipo adelgazante a la cizalla y características viscoelásticas superiores a las de mucílago del nopal (*Opuntia ficus*) (García,2011, p .9)

2.2.7 Proteínas

Las proteínas son biopolímeros conformados por 20 aminoácidos unidos por enlaces peptídicos y poseen cuatro principales niveles estructurales: primaria que posee una secuencia lineal, ayuda en la estabilización de estructuras debido a la formación de puentes de hidrógeno; secundaria conformada por cadenas polipeptídicas y el enlace de hidrógeno entre un átomo de hidrógeno y un átomo de oxígeno carbonílico que estabiliza la estructura; terciaria que contiene una disposición tridimensional de átomos y tendencia apolar que estabiliza la estructura y por último el nivel cuaternario formada por varias cadenas polipeptídicas, se divide en dos grupos fibrosas y globulares (Espada,2016, pp. 8-14)

2.3 Bases teóricas

2.3.1 Biodegradación

Se produce mediante una serie de reacciones que pueden ser en un medio acuoso como la hidrólisis o la acción de hongos, bacterias o algas que modifican la estructura fisicoquímica de una cadena polimérica (Labeaga, 2018, pp. 14-15).

2.3.2 Polímero biodegradable

Son aquellos polímeros de origen natural que se pueden degradar en el ambiente debido a agentes externos como microorganismos modificando su estructura molecular, propiedades fisicoquímicas teniendo como producto agua, biomasa y sustancias simples (Labeaga, 2018, pp. 7-8).

2.3.3 Polisacáridos complejos

Son aquellos que contienen en su estructura glucosa, lípidos, proteínas o pectinas que se encuentran en las paredes celulares de los vegetales conformando polímeros de forma lineal del ácido Dgalacturónico, galactosa, arabinosa y xilosa (Ramírez,2008, p. 5)

2.3.4 Glicerina

Se denomina glicerina o glicerol a la sustancia viscosa, incolora e higroscópica debido a que absorbe agua del aire, el punto de ebullición con descomposición es de 290 °C y es miscible con agua y alcohol. (Knothe et al., 2005, pp. 471-476).

2.3.5 *Ácido acético*

Es una sustancia líquida perteneciente al grupo de ácidos carboxílicos que posee un olor característico, es utilizado en la producción de pinturas, adhesivos, poliéster PET, vinagre, se obtiene mediante la fermentación de etanol, biomasa o azúcares (Sánchez,2016, p. 7).

2.3.6 *Azúcares*

Los azúcares también conocidos como carbohidratos o glúcidos pertenecen al grupo de los aldehídos o cetonas polihidroxilicos, o de derivados mediante la oxidación, reducción o polimerización. Se pueden clasificar en monosacáridos, oligosacárido y polisacáridos (Ramírez,2008, p. 1)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de investigación

El presente estudio se basó en un enfoque mixto, en el cual se desarrolla un enfoque cuantitativo debido a la obtención de valores numéricos resultantes de los ensayos de caracterización. Con respecto al enfoque cualitativo se evaluó la apariencia, resistencia al tacto y facilidad de moldeo del bioplástico obtenido.

3.2 Nivel de investigación

El presente estudio de integración curricular se estableció como una investigación de tipo exploratoria debido a que es un tema poco estudiado y representa una gran alternativa desde el punto de vista ambiental obteniendo un bioplástico aprovechando los desechos vegetales como lo es la penca de la pitahaya. También se emplea la investigación correlacional mediante la aplicación de una adecuada metodología y formulación asociando variables para obtener el bioplástico a partir del mucílago de la pitahaya.

3.3 Diseño de investigación

3.3.1 *Según la manipulación o no de la variable independiente*

El diseño de la investigación es experimental completamente al azar con 4 repeticiones, siendo en total cuatro tratamientos con cuatro repeticiones cada una con una variable como lo es el mucílago de la penca de la pitahaya.

3.3.1.1 *Variable independiente*

Mucílago de la penca de la pitahaya (CMP)

3.3.1.2 *Variable dependiente*

Permeabilidad al vapor de agua

Espesor

Humedad
Solubilidad
Elongación
Resistencia a la ruptura

3.3.2 Según las intervenciones en el trabajo de campo

Según las intervenciones en el trabajo de campo el trabajo de integración curricular es de carácter transversal, los tallos de la pitahaya obtenidos en el lugar de estudio se realizaron en el mes de diciembre después de la cosecha del fruto para la extracción del mucílago.

3.4 Tipo de estudio

Este proyecto se estableció una investigación bibliográfica y de campo. Con respecto a la investigación bibliográfica se basó en revisión de fuentes verídicas como libros, artículos, guías, técnicas, sitios web de estudios relacionados sobre este tipo de investigación. Se realizó una investigación de campo debido a que se recolectó las muestras de la penca de la pitahaya y la obtención de las coordenadas en el área de estudio en el Cantón Palora.

3.5 Tipo de estudio

3.5.1 Área de estudio

La obtención de muestras de las pencas de pitahaya se realizó en la finca Primavera JAM perteneciente a la asociación WEST PALORA FRUIT en la comunidad de San Vicente de Tarqui ubicado en la Parroquia Sangay, Cantón Palora, provincia de Morona Santiago.

Ubicación del Área de Estudio

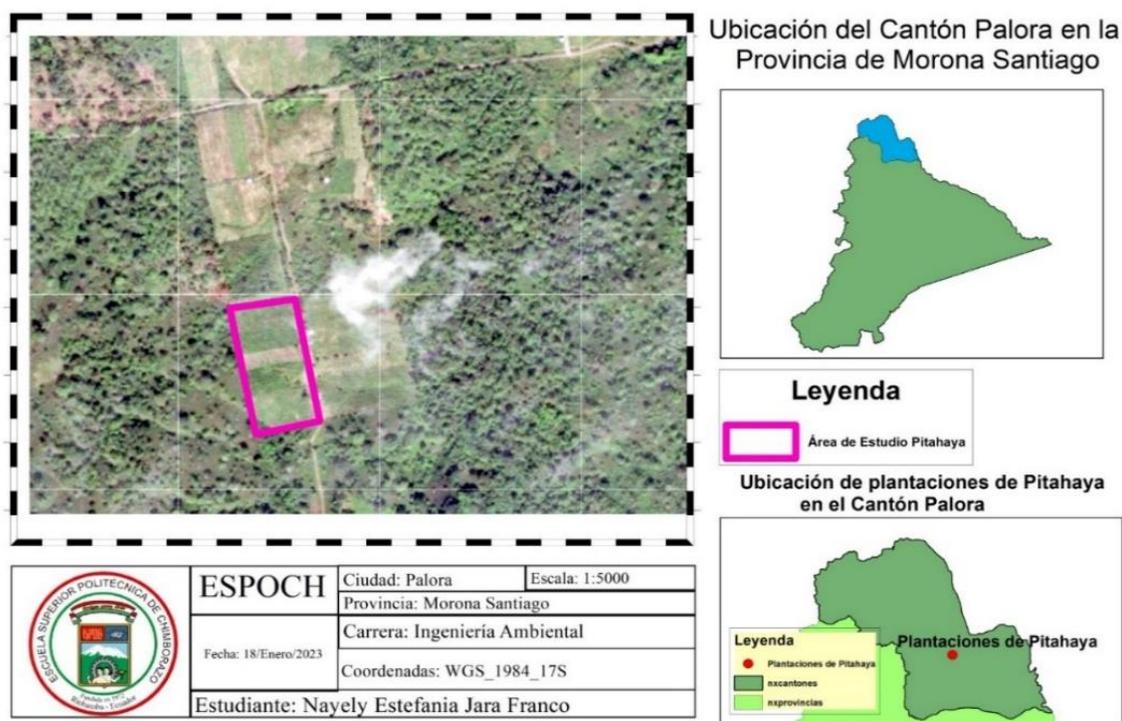


Ilustración 3-1: Mapa de ubicación del área de estudio

Realizado por: Jara N., 2023

3.5.2 Selección de la muestra

Se seleccionaron las muestras de la penca de la pitahaya en cultivos mayores de 12 meses después de haber sido podados al terminar la cosecha reciente para conservar las muestras de manera fresca obteniendo un mucílago más viscoso mediante la vía húmeda, es importante que las pencas o tallos no contengan alguna plaga o impureza que pueda afectar o contaminar el proceso de extracción.

3.5.3 Tamaño de la muestra

Las muestras que se evaluaron en esta investigación dependieron de las características de las pencas que se extrajeron en la etapa de recolección, los tallos obtenidos miden entre 60 cm de largo, 4 cm de grosor y 5 cm de ancho pesan entre 200 a más de 300 gramos.

3.6 Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

3.6.1 Extracción el mucílago de la penca de la pitahaya

Se selecciona 4 pencas de pitahaya en condiciones adecuadas anteriormente mencionadas, se aplican procedimientos fundamentales para la extracción del mucílago como la desinfección, troceado, homogenizado, filtrado y centrifugado que permitirá obtener mejores resultados.

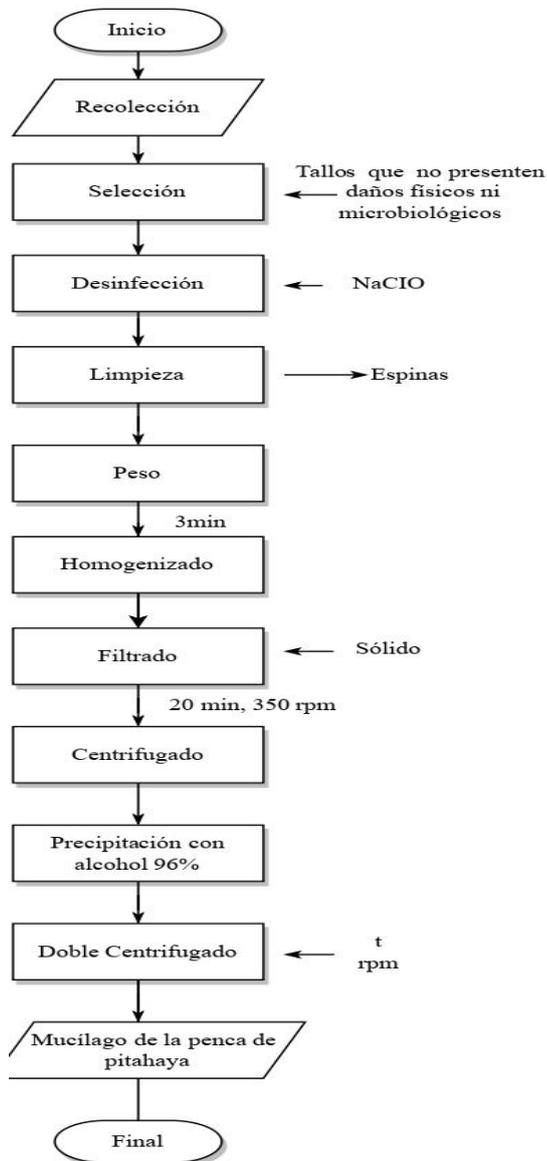


Ilustración 3-2: Diagrama de flujo obtención del mucílago de la penca de la pitahaya

Realizado por: Jara N., 2023

Tabla 3-1: Técnica para la extracción el mucílago de la penca de la pitahaya

Materiales y Equipos	Reactivos	Procedimiento	Metodología
<ul style="list-style-type: none"> • Bisturí • Licuadora • Balanza analítica • Licuadora • Centrifugadora (Benchmark) • Recipiente plástico • Guantes de látex • Tela filtrante • Vaso de precipitación 	<ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada • Alcohol 96° • Hipoclorito de sodio • Pencas de pitahaya (<i>Selenicereus sp.</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • Recolección: Se seleccionó la materia prima que no presente daños microbiológicos ni físicos. • Desinfección: La muestra se lava con agua destilada y se desinfecta con hipoclorito de sodio, se retira las espinas. • Troceado: Las muestras desinfectadas se cortan en dimensiones de 3x3 cm. • Homogenizado: En una licuadora colocar los troceados y homogenizar durante 3 minutos. • Filtrado: La sustancia homogenizada se filtra mediante una tela filtrante. • Centrifugado: Se centrifuga para separar las fases y eliminar los residuos sobrantes. • Precipitación: Dejar reposar en alcohol 96° para eliminar impurezas. • Doble centrifugado: Se centrifuga una segunda vez para eliminar los residuos restantes. • Mucílago: Se obtiene mucílago para la elaboración de bioplástico. 	<p>(León-Martínez et al., 2011; Mounir et al., 2020)</p> <p>(Pazmiño, 2021, pp.34-35)</p>

Realizado por: Jara N., 2023

3.6.2 Caracterización fisicoquímica del mucílago de la penca de la pitahaya.

Tabla 3-2: Técnicas para la caracterización fisicoquímica del mucílago de la penca de la pitahaya

Parámetros	Materiales y Equipos	Reactivos	Procedimiento	Fórmulas	Método de referencia
pH	<ul style="list-style-type: none"> • pH-metro • Vaso de precipitación 	Solución tampón 0,05 m de fosfato pH 7,0	<ul style="list-style-type: none"> • Ajustar el pH-metro a una temperatura de 25 °C • Introducir los electrodos previamente lavado y secado en la solución tampón y medir directamente 	Medición directa	(INEN 1456,1986, p.1)
Humedad	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza analítica • Crisol • Vaso de precipitación • Estufa • Desecador • Pinzas para desecador 	Muestra de mucílago de la penca de pitahaya	<ul style="list-style-type: none"> • Pesar 20 gramos muestra de mucílago en un vaso de precipitación • Colocar en el crisol la muestra pesada y dejar en la estufa el tiempo que sea conveniente. • Transferir la muestra seca en el desecador hasta que enfríe 	$H = \frac{P - P_1}{P_2} * 100$ <p>H= Porcentaje de humedad P=Peso crisol + muestra húmeda (g) P1= Peso crisol + muestra seca P2= Peso inicial de la muestra (g)</p> <p>Ecuación 3-1: Humedad</p>	(NMX-F-083-S-1986,1986, pp.1-3)

<p>Contenido de ceniza</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza analítica • Luna de reloj • Crisol • Desecador • Pinzas • Mufla 	<p>Muestra de mucílago de la penca de pitahaya</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pesar 2 gramos de muestra en la luna de reloj • Transferir la muestra al crisol y colocar en la mufla por tres horas a una temperatura de 550°C • En un desecador dejar enfriar el crisol con la muestra. • Pesar nuevamente el crisol para determinar la cantidad de ceniza. 	$C = 100 * \frac{P_1}{P_2}$ <p>C= Porcentaje de ceniza P1= Peso de las cenizas (g) P2= Peso inicial de la muestra (g)</p> <p>Ecuación 3-2: Contenido de ceniza</p>	<p>(NTE INEN 401,2013, pp.1-2)</p>
<p>Determinación de grasa</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza analítica • Luna de reloj • Equipo de Soxhlet • Papel filtro • Estufa • Desecador 	<ul style="list-style-type: none"> • Éter Dietílico • Muestra de mucílago seca 	<ul style="list-style-type: none"> • Pesar 2 gramos de muestra de mucílago seca • Añadir la muestra pesada en un dedal de papel filtro • Añadir el refrigerante y Éter Dietílico en el equipo de Soxhlet. • Colocar el dedal en el equipo de Soxhlet 	$G = \frac{P - p}{M} * 100$ <p>G= Porcentaje de grasa P= Masa en gramos del envase con grasa (g) p= Masa en gramos del envase sin grasa (g) M= masa de la muestra (g)</p>	<p>(NMX-F-089-S-1978,1978. pp.1-2)</p>

			<ul style="list-style-type: none"> • Programar el proceso de extracción durante 4 horas y media • Una vez terminado el proceso dejar que se enfríe el equipo y retirar la muestra con grasa • Colocar en la estufa hasta que se evapore totalmente el Éter Dietílico • Dejar enfriar en el desecador • Finalmente pesar la muestra obtenida de grasa. 	<p align="center">Ecuación 3-3: Determinación de grasa</p>	
Determinación de fibra	<ul style="list-style-type: none"> • Vaso de precipitación • Reverbero • Embudo • Papel filtro • Varilla de vidrio • Crisol • Balanza analítica • Mufla 	<ul style="list-style-type: none"> • Muestra seca de mucílago desengrasado • Agua destilada • H₂SO₄ al 1,25% • NaOH al 1,25% 	<ul style="list-style-type: none"> • En un vaso de precipitación colocar los 2 gramos de muestra desengrasada obtenida de la determinación de grasas • Añadir 200 mL de H₂SO₄ al 1.25% hirviendo en el vaso de precipitación con la muestra y dejar hervir durante 30 minutos. 	$F = \frac{(P_s - P_p) - (P_c - P_{cp})}{M} * 100$ <p>F= Porcentaje de fibra Ps= masa del residuo totalmente seco (g) Pp= masa del papel filtro utilizado (g)</p>	(NMX-F-090-S-1978, 1978, pp.1-2)

	<ul style="list-style-type: none"> • Pinzas • Desecador 		<ul style="list-style-type: none"> •Retirar el vaso de precipitación y filtrar con 70 mL de agua hirviendo hasta que el pH del agua residual sea el mismo que el del agua destilada. •Transferir el residuo de la muestra a un vaso de precipitación y agregar 200 mL de NaOH al 1,25% hirviendo y dejar que hierva durante 30 minutos. •Filtrar y lavar nuevamente hasta que el pH del agua residual sea igual al del agua destilada •Transferir los residuos en un crisol y secar durante 2 horas a 130°C. •Calcinar los residuos durante 30 minutos a 600°C. 	<p>Pc= masa de las cenizas del papel (g)</p> <p>Pcp= masa de las cenizas obtenidas (g)</p> <p>M= muestra de masa inicial (g)</p> <p style="text-align: center;">Ecuación 3-4: Determinación de fibra</p>	
--	---	--	--	--	--

<p>Capacidad de retención de agua</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Luna de reloj • Balanza analítica • Cuchara espátula • Tubo de ensayo • Centrifugadora (Benchmark) • Agitador 	<ul style="list-style-type: none"> • Soluciones buffer pH 4, 7, 10 	<ul style="list-style-type: none"> • Pesar 3 muestras secas de mucílago de 0,1 gramos • Hidratar las muestras en soluciones buffer de pH 4, 7, 10 • Agitar la mezcla durante 30 minutos • Centrifugar durante 20 minutos, filtrar y pesar. 	$CRA = \frac{Pd}{Ps}$ <p>CRA= Capacidad de retención de agua Pd= Peso de la muestra después de drenar Ps= Peso de la muestra seca Ecuación 3-5: Capacidad de retención de agua</p>	<p>(Fuentes et al.,2013, p.4)</p>
<p>Determinación de Sólidos Solubles</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Vaso de precipitación • Balanza analítica • Refractómetro 	<ul style="list-style-type: none"> • Muestra seca de mucílago • Agua destilada 	<ul style="list-style-type: none"> • Pesar 1 gramo de muestra seca de mucílago con 5 mL de agua destilada • Hervir durante 30 minutos y filtrar • Analizar la muestra en el refractómetro a 20°C 	$SS = \frac{m_o \times S}{m} * 100$ <p>SS= Porcentaje Sólidos solubles Mo= Masa inicial M= Masa posterior a la dilución S= Índice de refracción Ecuación 3-6: Determinación de sólidos solubles</p>	<p>(NTE INEN 380,1985: pp.2-3)</p>

Densidad aparente.	<ul style="list-style-type: none"> Balanza analítica Probeta de 100 mL 	<ul style="list-style-type: none"> Muestra seca de mucílago 	<ul style="list-style-type: none"> Agregar 3 gramos de muestra seca de mucílago en una probeta aforada de 100 mL Medir la densidad aparente 	$Da = \frac{M}{V}$ <p>Da= Densidad aparente M= Masa de la muestra de mucílago V= Volumen alcanzado</p> <p>Ecuación 3-7: Densidad aparente</p>	(Alcocer et al., 2004, pp.105-106)
Rendimiento de extracción del mucílago	<ul style="list-style-type: none"> Balanza analítica 	<ul style="list-style-type: none"> Pencas de la pitahaya (<i>Selenicereus sp</i>) Mucílago obtenido 	<ul style="list-style-type: none"> Relación entre el peso del mucílago obtenido con el peso de las pencas de la pitahaya utilizadas. 	$R = \frac{\text{peso del mucílago}}{\text{peso de las pencas}} * 100$ <p>R= porcentaje de rendimiento P1= peso del mucílago (g) P2= peso de las pencas de pitahaya (g)</p> <p>Ecuación 3-8: Rendimiento de extracción de mucílago</p>	(Quispe, 2022, p.29)
Determinación de Proteínas	<ul style="list-style-type: none"> Tubo de Macrokjeldhal 	<ul style="list-style-type: none"> H₂SO₄ H₃BO₃ NaOH 	<ul style="list-style-type: none"> Añadir 0.5 gramos de mucílago seco conjuntamente con 2 gramos de muestra 	$P = 1.4 * f * V * \frac{N}{m}$	(NTE INEN 1670,1988, pp.2-3)

	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza analítica • Equipo de destilación • Erlenmeyer 	<ul style="list-style-type: none"> • HCl • Indicador mixto: rojo de metilo y verde bromocresol • Mucílago 	<p>catalizadora, 20 mL de H₂SO₄ en el tubo de Macrokjeldhal y posteriormente colocar en el equipo digestor</p> <ul style="list-style-type: none"> • Terminado el proceso dejar enfriar el tubo para agregar 25 mL de agua destilada que ayudará a que se solidifique. • En la parte derecha colocar el Erlenmeyer con 500 mL de H₃BO₃ al 4% conjuntamente con el indicador mixto que dará un color rojo a la muestra. • Finalizado el proceso lavar el equipo y titular lo destilado con HCl hasta obtener un color rojo en la muestra • Realizar el cálculo del porcentaje de proteína y N₂ 	<p>P= Porcentaje de proteínas V= Volumen (HCl) N= Normalidad (HCl) m= masa en gramos f= factor N₂ en proteínas</p> <p>Ecuación 3-9: Determinación de proteínas</p>	
Determinación de Azúcares	<ul style="list-style-type: none"> • Matraz • Balanza analítica 	<ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada • Acetonitrilo 	<ul style="list-style-type: none"> • Pesar 5 g de muestra de mucílago y añadir agua destilada en un matraz 	<i>Medición directa</i>	SEIN-AZU (AOAC 977.20)

	<ul style="list-style-type: none"> • Papel Whattman N°1 • Pipeta 		<ul style="list-style-type: none"> • Dentro de un matraz aforado de 50 ml, luego se añade 25 ml de agua destilada • Aforar la muestra con acetonitrilo grado HPLC hasta 50 ml, agitar y filtrar con papel Whattman • Colocar una alícuota con tubo eppendorf, y centrifugar a 10.000 rpm durante 10 min • La solución anterior colocar en el cromatógrafo HPLC-IR y medir 		
--	--	--	---	--	--

Realizado por: Jara N., 2023

3.6.3 Obtención de bioplástico a partir del mucílago de la penca de la pitahaya (*Selenicereus sp*)

Tabla 3-3: Técnica de elaboración del bioplástico a partir del mucílago de la penca de la pitahaya

Materiales y equipos	Reactivos	Procedimiento	Metodología
<ul style="list-style-type: none"> • Vaso de precipitación • Balanza analítica • Luna de reloj • Cuchara espátula • Cronómetro • Caja Petri • Agitador magnético • Guantes aislantes 	<ul style="list-style-type: none"> • Mucílago de la penca de la pitahaya • Grenetina (brinda cuerpo al mucílago) • Vinagre (estructura estable del polímero) • Glicerina (humectante) 	<ul style="list-style-type: none"> • En la balanza analítica pesar los ingredientes • Añadir en el vaso de precipitación la cantidad de mucílago estimada para cada tratamiento hasta alcanzar una temperatura de 70-80°C. • Agregar el resto de los ingredientes y agitar en 350 rpm hasta que se incorpore correctamente durante 10 minutos. • Retirar la mezcla y colocar en las cajas Petri • Dejar enfriar y secar durante 24 horas a temperatura ambiente. 	<p>(León-Martínez et al., 2011; Mounir et al., 2020)</p> <p>(Pazmiño, 2021, p.43)</p>

Realizado por: Jara N., 2023

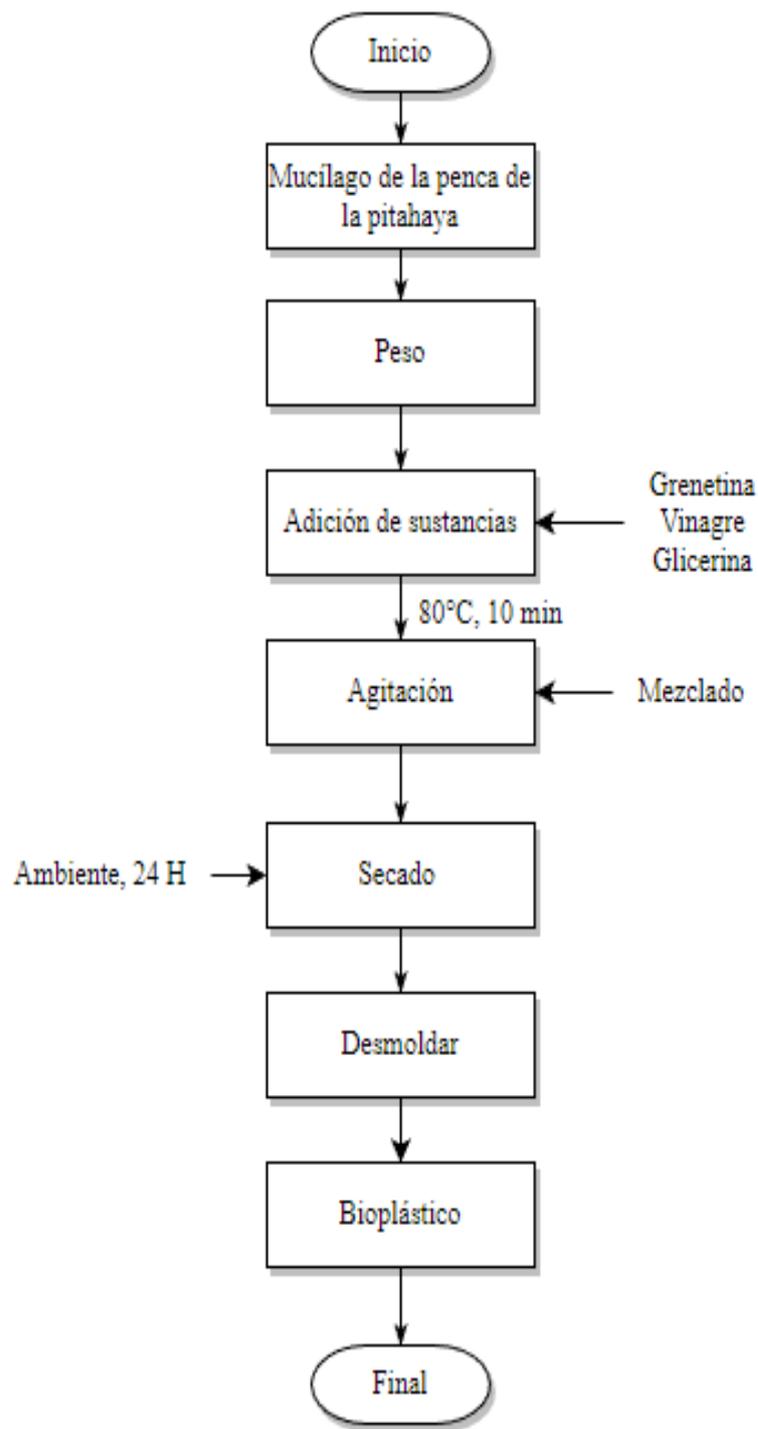


Ilustración 3-3: Diagrama de flujo obtención del mucílago de la penca de la pitahaya (*Selenicereus sp*)

Realizado por: Jara N., 2023

Tabla 3-4: Diseño experimental para la extracción el mucílago de la penca de la pitahaya

N.º	Tratamientos	Variable independiente	Repeticiones
1	T1 (Tratamiento control)	CMP1	R1
2			R2
3			R3
4			R4
5	T2	CMP2	R5
6			R6
7			R7
8			R8
9	T3	CMP3	R9
10			R10
11			R11
12			R12
13	T4	CMP4	R13
14			R14
15			R15
16			R16

Realizado por: Jara N., 2023

Tabla 3-5: Formulaciones para la elaboración del bioplástico

Ingredientes	T1	T2	T3	T4
Mucílago de la penca de la pitahaya	0 g	20 g	40 g	60 g
Grenetina	6,67 g	6,67 g	6,67 g	6,67 g
Vinagre	4,18 g	4,18 g	4,18 g	4,18 g
Glicerina	4,17 g	4,17 g	4,17 g	4,17 g

Realizado por: Jara N., 2023

3.6.4 Técnica de caracterización físico-mecánica del bioplástico de la penca de la pitahaya (*Selenicereus sp*)

Tabla 3-6: Formulaciones para la elaboración del bioplástico

Variable	Procedimiento	Indicador	Metodología de referencia
Resistencia a la ruptura y elongación	<ul style="list-style-type: none"> Cortar láminas de 4 bioplásticos de cada formulación con una longitud de 70 mm y ancho de 20 mm. El dinamómetro de resorte de 20 N colocar en el soporte universal con una pinza sujetas al nylon y una segunda pinza sujeta en el elevador de tijeras Colocar cada lámina en cada extremo de las pinzas y realizar las mediciones. 	N mm	(NTE INEN 2173,2015, p.5)
Permeabilidad al vapor de agua	<ul style="list-style-type: none"> En un tubo de ensayo con sílice gel colocar láminas de bioplástico de 20*20 mm, sellar de manera adecuada. Pesar las láminas con el tubo de ensayo, para posteriormente colocar en un desecador en un ambiente equilibrado con humedad relativa de 65% durante 6 horas a 29°C Realizar las mediciones de los pesos cada una hora. $WVP = \frac{(P_2 - P_1) * e}{t * S' * (HR_2 - HR_1)}$ <p>WVP= WVP =permeabilidad al vapor de agua en S´= presión de vapor de agua HR₁ = humedad relativa en el interior de la celda</p>	$g * h^{-1} * m^{-1} * MPa^{-1}$	(NTE INEN-ISO 15496, 2004, p.6) (ASTM D1653-93,1999, p.1-5)

	<p>HR₂ = humedad relativa con solución NaCl saturada e= espesor</p> <p>Ecuación 3-10: Permeabilidad al vapor de agua</p>		
Espesor	<ul style="list-style-type: none"> Cortar las muestras de bioplástico a una medida de 0,25 mm con una exactitud de 0,01 mm Con el micrómetro realizar la medición de 4 bioplásticos de cada formulación y promediar. 	mm	(NTE INEN-ISO 4593,1993. pp.4-5)
Humedad	<ul style="list-style-type: none"> Pesar el bioplástico en la balanza analítica Transferir la muestra a la estufa durante 24 horas a 105°C Colocar en un desecador hasta que se enfríe y pesar $H = \frac{\text{Peso inicial película} - \text{Peso final película}}{\text{Peso inicial película}} * 100$ <p>Ecuación 3-11: Humedad del bioplástico</p>	%	(Innotec, 2009, p.34)
Solubilidad	<ul style="list-style-type: none"> En un vaso de precipitación añadir la película bioplástica con 80 mL de agua destilada. Agitar a 100 rpm durante 1 hora. Filtrar la muestra y transferir a la estufa durante 24 horas a 105°C. Enfriar en el desecador y pesar. $S = \frac{\text{Peso inicial seco película} - \text{Peso final seco película}}{\text{Peso inicial seco película}} * 100$ <p>Ecuación 3-12: Solubilidad del bioplástico</p>	%	(Innotec, 2009, p.34)

Realizado por: Jara N., 2023

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis de la caracterización fisicoquímica del mucílago (*Selenicereus sp*)

Los datos obtenidos de pH en las tres repeticiones como se observa en la tabla 4-1 varían entre 4,97 y 5,04 siendo los rangos de valores similares a los obtenidos por (García, 2011, p. 39) en las muestras de mucílago de tallo de pitahaya por el método de secado por aspersión y (Rodríguez-Félix & Cantwell, 1988, pp.83-93) en el jugo de los cladodios de tres especies de nopal (*Opuntia amyclaea*, *O. ficus-indica* y *O. inermis*).

Tabla 4-1: Determinación del pH

Número de repeticiones	pH	Temperatura (°C)
1	4,97	19,6
2	5,06	21,7
3	5,08	24,3
Promedio total	5,04	21,8

Realizado por: Jara N., 2023

Los valores altos obtenidos del porcentaje de humedad descritos en la tabla 11-4 indica que las tres repeticiones son similares a los valores del nopal amarillo siendo este de 94,33 % para cladodios mayores a un año de edad (Guzmán & Chávez, 2007, p. 44).

Tabla 4-2: Porcentaje de Humedad

Número de repeticiones	Peso de crisol + muestra húmeda (g)	Peso crisol + muestra seca (g)	Peso Inicial de la muestra (g)	Promedio de porcentaje de humedad	Promedio total %
1	89,75	70,42	20	96,62	96,22
2	84,78	65,48	20	96,49	
3	87,94	68,80	20	95,67	

Realizado por: Jara N., 2023

Referente al contenido de ceniza se obtiene un valor promedio de las tres repeticiones de 1,93%

similares a los resultados obtenidos por (Pazmiño,2021. p. 52) con un porcentaje de ceniza de 1,558% del mucílago del cactus (*Opuntia ficus-indica*) y 1 a 2% de ceniza en el mucílago extraído de la semilla de algarrobo (Villa et al.,2020, p. 514).

Tabla 4-3: Contenido de ceniza

Número de repeticiones	Peso de las cenizas (g)	Peso inicial de la muestra (g)	Promedio de porcentaje de ceniza (%)	Promedio total %
1	0,042	2	2,1	1,93
2	0,034	2	1,7	
3	0,039	2	1,9	

Realizado por: Jara N., 2023

La cantidad de grasa determinada en el mucílago de la penca de la pitahaya es mayor en comparación con los datos obtenidos de (Pazmiño,2021, p. 52) con 0,0235% de grasa que contiene el mucílago del cactus (*Opuntia ficus-indica*). En la investigación realizada por (Bueno ,2012, p. 15) sobre los biocompuestos termoplásticos basados en aceites vegetales menciona que los ácidos grasos son útiles para la síntesis de polímeros como plastificantes.

Tabla 4-4: Determinación de grasa

Número de repeticiones	Masa en gramos del envase con grasa (g)	Masa en gramos del envase sin grasa (g)	Masa de la muestra (g)	Promedio de porcentaje de grasa %	Promedio total %
1	82,87	82,72	2	7,3	6,23
2	82,71	82,60	2	5,3	
3	82,94	82,81	2	6,05	

Realizado por: Jara N., 2023

El contenido de fibra presente en el mucílago tiene valores semejantes a los determinados por (Pazmiño,2021, p.52) en el mucílago del nopal (*Opuntia ficus-indica*), mientras que el mucílago de nopal de la especie (*Opuntia tomentosa*) contiene mayor cantidad de fibra teniendo un total de 9,20% (Quispe, 2022, p. 35)

Tabla 4-5: Determinación de fibra

Número de repeticiones	Masa del residuo totalmente seco (g)	Masa del papel filtro utilizado (g)	Masa de las cenizas de papel (g)	Masa de las cenizas obtenidas (g)	Muestra masa inicial (g)	Promedio de porcentaje de fibra	Promedio total
1	1,07	0,87	0,96	1,24	2	3,85	2,85
2	1,08	0,87	0,90	1,23	2	2,45	
3	1,09	0,86	0,95	1,23	2	2,25	

Realizado por: Jara N., 2023

La capacidad de retención de agua del mucílago de la penca de la pitahaya es inferior a la obtenida en la harina de mucílago de chía correspondiendo al 7,23 g/g (Maurtua et al.,2020. p. 8162) y en las cáscaras de la pitaya en polvo correspondiendo al 43,88% (Hinojosa-Gijón et al.,2019. p. 1692)

Tabla 4-6: Capacidad de retención de agua

Número de repeticiones	Solución buffer	Peso de la muestra después de drenar (g)	Peso de la muestra seca (g)	Promedio de capacidad de retención de agua %	Promedio total %
1	10	1,89	1	1,89	3,31
2	4	4,02	1	4,02	
3	7	4,03	1	4,03	

Realizado por: Jara N., 2023

El promedio total del contenido de sólidos solubles en grados brix 0,1 es similar a los grados obtenidos mediante maceración por (García,2011, p. 40) del mucílago del tallo de la pitahaya por el método de secado por aspersión, y en comparación al mucílago del nopal la cantidad de sólidos solubles es de 15° Brix mayor a los resultados obtenidos (Rodríguez ,2017, p. 58).

Tabla 4-7: Determinación de Sólidos Solubles

Número de repeticiones	Masa inicial (g)	Masa posterior a la solución (g)	Índice de refracción %	Promedio de sólidos solubles %	Promedio total %
1	1	4,31	0,1	2,31	2,52
2	1	3,97	0,1	2,51	
3	1	3,65	0,1	2,73	

Realizado por: Jara N., 2023

El promedio de la densidad del mucílago analizado es de 1,92 g/mL es mayor a la densidad aparente del mucílago de la cáscara de la pitahaya que es de 0,64 g/mL (Dávila,2022, p.11) y a la densidad aparente de mucílago del cacao correspondiente a 1,03 g/cm³ (Vera & Zambrano ,2018, p. 41).

Tabla 4-8: Densidad aparente

Número de repeticiones	Masa de la muestra del mucílago (g)	Volumen alcanzado (mL)	Promedio de densidad aparente %	Promedio total %
1	0,95	101	2,1	1,92
2	0,95	103	1,7	
3	0,95	102	1,9	

Realizado por: Jara N., 2023

El promedio de las tres repeticiones del rendimiento de la extracción del mucílago de la penca de la pitahaya es de 51,75% valor aproximado al rendimiento de extracción del mucílago de nopal (*Opuntia tomentosa*) 48,18% (Quispe, 2022, pp. 33-34) y un rango de 55,27 a 78,36% de rendimiento en seco del mucílago del tallo de la pitahaya (García,2011, p. 40).

Tabla 4-9: Rendimiento de extracción del mucílago

Pesos de las 4 pencas de pitahaya utilizadas	Peso de las pencas de la pitahaya (g)	Peso del mucílago (g)	Promedio de porcentaje %
388,69 g	1213,04	627,75	51,75
242,46 g			
221,77 g			
360,11 g			

Realizado por: Jara N., 2023

Los resultados obtenidos en base a la determinación de proteínas se obtuvo cantidades altas en comparación con el mucílago de chía (*Salvia hispanica L.*) con datos de 8% de proteína (Muñoz & Zúñiga, 2017,p. 18) y cantidades menores a comparación con el mucílago de la semilla de tamarindo conteniendo 14,78% de proteína (Alpizar,2019,p. 62). Las proteínas vegetales son utilizadas como materiales poliméricos en la elaboración de bioplásticos debido a su estructura primaria como la presencia de aminoácidos como lisina, serina, cisteína, prolina etc., cadenas largas para que se puedan unir los enlaces al átomo de carbono, además la estructura de hoja β -plegada que contiene la proteína se asemeja a la estructura del polietileno. (Espada,2016, p. 53-55). Los bioplásticos proteicos son sensibles al agua por lo que en esta investigación se adiciona otros ingredientes como vinagre, glicerina y grenetina para obtener un bioplástico con características óptimas.

Tabla 4-10: Determinación de Proteínas

Número de repeticiones	Cantidad de mucílago (g)	Proteína %	Promedio de proteínas %
1	100,45	11,8	11,8
2	100,37	11,7	
3	100,36	11,9	

Realizado por: Jara N., 2023

La presencia de azúcares en el mucílago extraído es baja al igual que el mucílago del tallo de pitahaya (*Hylocereus undatus*) referente a la cantidad glucosa y galactosa (García ,2011, p. 66). En comparación con el mucílago del nopal es casi nula debido a la alta cantidad de L-arabinosa, D-galactosa, L-xilosa, ácido galacturónico y L-ramnosa que contribuyen al peso molecular de los bioplásticos.(Sáenz et al.,2004, pp. 275-290)

Tabla 4-11: Determinación de azúcares

Tipos de azúcares	Cantidad de mucílago (mL)	Porcentaje de azúcares	Promedio azúcares totales
Glucosa	365,30	<0,8	<0,8
Sacarosa		<0,8	
Fructuosa		<0,8	
Lactosa		<0,5	

Realizado por: Jara N., 2023

Tabla 4-12: Análisis fisicoquímico del mucílago (*Selenicereus sp*)

Parámetros	Resultado obtenido	Rango estándar	Método de Referencia
pH	5,04	5-6	(INEN 1456,1986, p.1)
Humedad	96,21%	10≤12	(NMX-F-083-S-1986,1986, pp.1-3)
Contenido de ceniza	0,019 g	1≤2	(NTE INEN 401,2013, pp.1-2)
Determinación de grasa	6,22 %	0,02-0,05	(NMX-F-089-S-1978,1978. pp.1-2)
Determinación de fibra	2,85 %	1≤3	(NMX-F-090-S-1978, 1978, pp.1-2)
Determinación de Sólidos Solubles	0,025 g	0,5	(NTE INEN 380,1985, pp.2-3)
Proteínas	11,8 %	1≤2	(NTE INEN 1670,1988, pp.2-3)

Fuente: (FAO 2018; citados en Pazmiño,2021, p.55)

Realizado por: Jara N., 2023

4.2 Análisis de la caracterización físico-mecánica del bioplástico (*Selenicereus sp*)

Las películas bioplásticas obtenidas a partir de mucílago de la penca de pitahaya poseen óptimas condiciones con respecto a la resistencia a la ruptura con una fuerza máxima de 34,75 N en el tratamiento 3 que contiene una cantidad de mucílago de 40 g (resistencia, estructura) conjunto con 6,67 g de grenetina (proteína), 4,18 g de vinagre (estructura del polímero) y 4,17 g de glicerina (humectante y elasticidad) (Barahona et al.,2019, p.139). Con respecto a la elongación se obtuvo valores menores a la película plástica elaborado a partir de nopal verdura (*Opuntia spp*) (Pascoe et al.,2014, p.63) debido a que posee mayor cantidad de proteína y glicerina como plastificantes lo que ayuda a la elasticidad.

Tabla 4-13: Resistencia a la ruptura y elongación

N.º	Tratamientos	Variable independiente	Repeticiones	Resistencia a la Ruptura (N)	Promedio de la resistencia a la ruptura	Elongación (mm)	Promedio de la elongación (mm)
1		CMP1	R1	30		79,2	
2			R2	27	29	94,2	84,2
3	T1		R3	31		83,5	
4			R4	28		79,7	
5		CMP2	R1	32		88,6	
6			R2	27	30	91,1	
7	T2		R3	29		85	87,2
8			R4	32		84,1	
9			R1	34		84	
10	T3		R2	39	34,75	88	
11		CMP3	R3	35		83,1	84,3
12			R4	31		82	
13			R1	33		85,3	
14	T4		R2	34		81,5	83,3
15		CMP4	R3	36	34,5	81,3	
16			R4	35		85,1	

Realizado por: Jara N., 2023

El valor obtenido en la tabla 4-14 demuestra mediante un modelo estadístico en relación a F calculado es mayor a F tabulado (4,06), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula porque no existe variación entre los cuatro tratamientos en la resistencia la ruptura.

Tabla 4-14: Análisis de varianza ANOVA de la resistencia a la ruptura

Origen de las variables	Suma de las variables	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	108,66	3	36,22	5,23	0,027	4,06
Dentro de los grupos	55,33	8	6,916			
Total	164	11				

Realizado por: Jara N., 2023

El valor obtenido mediante un modelo estadístico en relación a F calculado es menor a F tabulado (4,066), por lo tanto, se acepta la hipótesis nula porque sí existe variación entre los cuatro tratamientos en la resistencia la elongación.

Resistencia

Duncan^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
1.00	4	29.0000	
2.00	4	30.0000	
4.00	4		34.5000
3.00	4		34.7500
Sig.		.557	.882

Ilustración 4-1: Subconjunto homogéneo de la resistencia a la ruptura

Realizado por: Jara N., 2023

Tabla 4-15: Análisis de varianza ANOVA de la elongación

Origen de las variables	Suma de las variables	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	28,77	3	9,592	0,447	0,726	4,066
Dentro de los grupos	171,62	8	21,45			
Total	200,39	11				

Realizado por: Jara N., 2023

Elongación

Duncan^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
4.00	4	83.300
1.00	4	84.150
3.00	4	84.275
2.00	4	87.200
Sig.		.247

Ilustración 4-2: Subconjunto homogéneo de la elongación

Realizado por: Jara N., 2023

Se analizó la permeabilidad al vapor de agua del bioplástico elaborado a partir del mucílago de la pitahaya durante un lapso de tiempo de 6 horas con una humedad relativa del 65%. El tratamiento que presentó mayor permeabilidad al vapor de agua es el T3 y T4 con $3,02E-07$ y $2,31E-07$ $g \cdot h^{-1} \cdot m^{-1} \cdot MPa^{-1}$, debido a que contiene una mayor cantidad de mucílago de la penca de pitahaya lo que afecta a los resultados, es decir a mayor cantidad de plastificante utilizado en la formulación del bioplástico mayor es la permeabilidad (Pastor, 2010; Bangyekan et al., 2006; Uriarte et al., 2010), lo que provoca la disminución de las fuerzas intermoleculares de las cadenas poliméricas, lo mismo ocurre con los bioplásticos elaborados a partir de proteína de soja y almidón de yuca (Rocha et al., 2014, pp.587-595).

Tabla 4-16: Permeabilidad al vapor de agua

Tratamiento (g)	Repetición	WVP 1h	WVP 2h	WVP 3h	WVP 4h	WVP 5h	WVP 6h	$g \cdot h^{-1} \cdot m^{-1}$ <i>MPa</i> -1
	R1	0	3,60E-08	3,60E-08	4,50E-08	4,68E-08	1,08E-07	
T1	R2	0,000149	7,46E-05	4,98E-05	3,73E-05	2,99E-05	2,50E-05	6,34E-06
	R3	0	1,99E-08	1,99E-08	4,48E-08	5,58E-08	1,36E-07	
	R4	2,34E-07	7,20E-08	6,00E-08	5,85E-08	5,40E-08	1,41E-07	
	R1	-1,15E-07	-2,89E-08	6,43E-09	2,41E-08	2,70E-08	1,15E-07	
T2	R2	1,48E-07	5,31E-08	3,54E-08	4,24E-08	4,67E-08	1,34E-07	
	R3	0	-1,15E-08	3,86E-08	3,47E-08	2,78E-08	1,19E-07	1,40E-07
	R4	3,06E-07	1,42E-07	1,16E-07	1,03E-07	1,00E-07	1,93E-07	
	R1	1,54E-07	6,75E-08	7,08E-08	5,31E-08	5,79E-08	3,47E-07	
T3	R2	1,27E-07	6,37E-08	3,54E-08	4,77E-08	5,52E-08	3,78E-07	
	R3	9,97E-08	3,99E-08	3,32E-08	4,48E-08	3,99E-08	3,55E-07	3,02E-07
	R4	2,24E-07	1,12E-07	7,46E-08	6,53E-08	6,34E-08	1,27E-07	
	R1	-1,22E-06	-6,48E-07	-4,17E-07	-2,89E-07	-2,22E-07	-8,11E-08	
T4	R2	1,85E-07	6,17E-08	6,86E-08	8,23E-08	7,41E-08	1,47E-07	
	R3	2,02E-07	9,01E-08	6,75E-08	7,32E-08	8,11E-08	4,69E-07	2,31E-07
	R4	2,12E-07	1,16E-07	6,37E-08	5,84E-08	6,37E-08	3,89E-07	

Realizado por: Jara N., 2023

El valor obtenido mediante un modelo estadístico en relación con F calculado es menor a F tabulado (3,10), por lo tanto, se acepta la hipótesis nula porque sí existe variación entre los cuatros tratamientos de permeabilidad al vapor de agua.

Tabla 4-17: Análisis de varianza ANOVA de la permeabilidad al vapor de agua

Origen de las variables	Suma de las variables	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1,03E-13	5	2,07E-14	2,65	0,077	3,10
Dentro de los grupos	9,40E-14	12	7,83E-15			
Total	1,97E-13	17				

Realizado por: Jara N., 2023

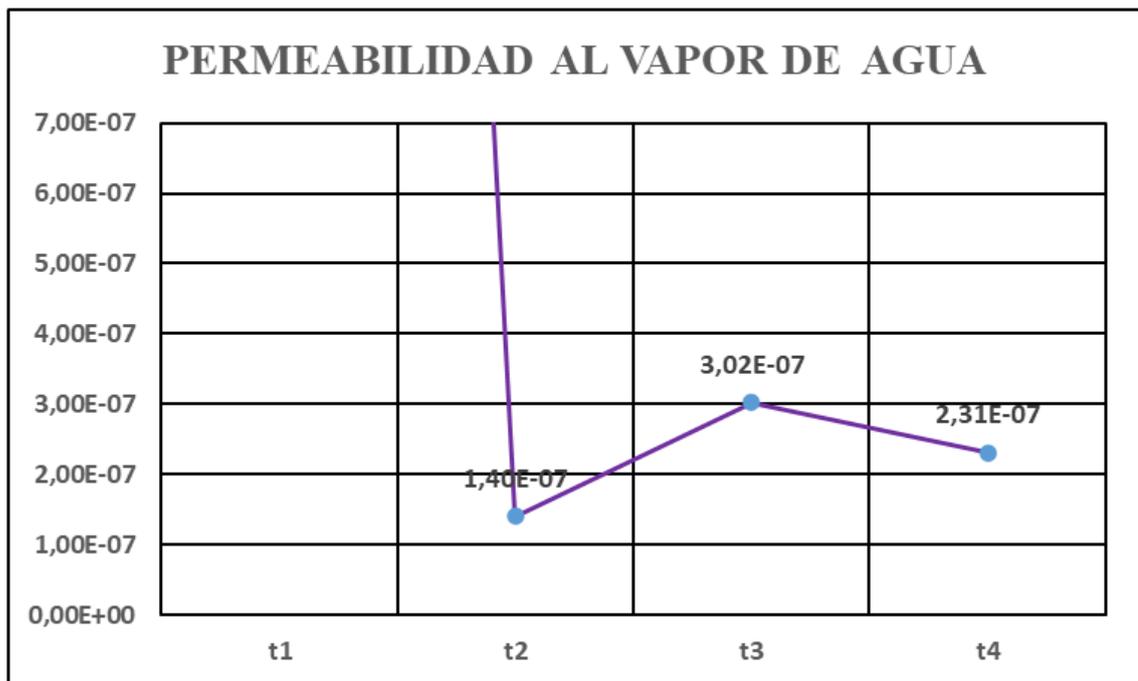


Ilustración 4-3: Resultado de la permeabilidad al vapor de agua

Realizado por: Jara N., 2023

Permeabilidad

Duncan^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
2.00	4	.	.0000
4.00	4		.0000
3.00	4		.0000
1.00	4		.0000
Sig.			.215

Ilustración 4-4: Subconjunto homogéneo de la permeabilidad

Realizado por: Jara N., 2023

El espesor medido de las muestras de bioplástico en los cuatro tratamientos es menor en relación con los valores determinados por (Quispe,2022, p.25) que varían entre los rangos de 0,04-0,05 mm y valores mayores en comparación con las láminas plásticas a partir de almidón de arracacia xanthorrhiza que posee espesores de 0,16-0,24 mm (Brito et al., 2020, pp.988-989).

Tabla 4-18: Espesor

N.º	Tratamientos	Variable independiente	Repeticiones	Peso (g)	Espesor (mm)	Promedio del espesor (mm)
1	T1	CMP1	R1	0,22	0,028	0,029
2			R2	0,236	0,029	
3			R3	0,247	0,031	
4			R4	0,24	0,028	
5	T2	CMP2	R1	0,208	0,030	0,033
6			R2	0,225	0,033	
7			R3	0,235	0,036	
8			R4	0,205	0,034	
9	T3	CMP3	R1	0,177	0,030	0,030
10			R2	0,178	0,033	
11			R3	0,176	0,031	
12			R4	0,172	0,029	
13	T4	CMP4	R1	0,158	0,036	0,034
14			R2	0,156	0,032	
15			R3	0,157	0,035	
16			R4	0,158	0,033	

Realizado por: Jara N., 2023

El valor obtenido mediante un modelo estadístico en relación a F calculado es mayor a F tabulado (4,066), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula porque no existe variación entre los cuatro tratamientos relacionados con el espesor.

Tabla 4-19: Análisis de varianza ANOVA del espesor

Origen de las variables	Suma de las variables	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,0046	3	0,001533	5,575	0,023	4,066
Dentro de los grupos	0,0022	8	0,000275			
Total	0,0068	11				

Realizado por: Jara N., 2023

La humedad presente en los cuatro tratamientos del bioplástico a base del mucílago de la penca de la pitahaya es mayor a la humedad determinada por (Quispe,2022, p. 47) de 26,73 %, al presentar una alta cantidad de humedad en el bioplástico afecta en el tiempo de su vida útil y desestabiliza la película.

Tabla 4-20: Humedad

N°	Tratamiento (g)	Repetición	Peso inicial película (g)	Peso final película (g)	Humedad (%)	Promedio de la humedad
1		R1	0,214	0,041	80,84	
2	T1	R2	0,275	0,048	82,55	
3		R3	0,295	0,056	81,02	81,63
4		R4	0,308	0,055	82,14	
5	T2	R1	0,281	0,049	82,56	
6		R2	0,316	0,073	76,90	80,89
7		R3	0,263	0,045	82,89	
8		R4	0,245	0,046	81,22	
9		R1	0,188	0,047	75,00	
10	T3	R2	0,206	0,048	76,70	77,69

11		R3	0,208	0,047	77,40	
12		R4	0,224	0,041	81,70	
13		R1	0,166	0,031	81,33	
14	T4	R2	0,177	0,029	83,62	81,40
15		R3	0,168	0,029	82,74	
16		R4	0,154	0,034	77,92	

Realizado por: Jara N., 2023

El valor obtenido mediante un modelo estadístico en relación a F calculado es menor a F tabulado (4,06), por lo tanto, se acepta la hipótesis nula porque si existe variación entre los cuatros tratamientos en la humedad.

Tabla 4-21: Análisis de varianza ANOVA de la humedad

Origen de las variables	Suma de las variables	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	19,32269419	3	6,440898064	0,95761491	0,45808069	4,06618055
Dentro de los grupos	53,80783421	8	6,725979277			
Total	73,13052841	11				

Realizado por: Jara N., 2023

Humedad

Duncan^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
3.00	4	77.7000
2.00	4	80.8925
4.00	4	81.4025
1.00	4	81.6375
Sig.		.050

Ilustración 4-5: Subconjunto homogéneo de la humedad

Realizado por: Jara N., 2023

La determinación de la solubilidad posee valores menores en los tratamientos T3 y T4, en relación a las películas formadas por el mucílago de nopal (*Opuntia joconostle*) que contiene una solubilidad entre 44 y 52% (López et al., 2016, p. 8), depende la finalidad que se desee aplicar en el bioplástico va a depender la solubilidad, como en el caso de envolturas de alimentos se requiere una película totalmente insoluble, mientras que en los envasados influye la cantidad de solubilidad para la degradación del bioplástico (Arvanitoyannis et al., 1998; Stuchell & Krochta, 1994).

Tabla 4-22: Solubilidad

Tratamiento (g)	Peso inicial seco película (g)	Peso final seco película (g)	Solubilidad (%)
T1	0,943	0,542	36,82
T2	0,873	0,55	24,30
T3	0,703	0,409	12,12
T4	0,629	0,359	5,83

Realizado por: Jara N., 2023

La degradabilidad del bioplástico ocurrió desde el día 2, en el cual varió el peso de la película alcanzando una degradación total en el día 15, el porcentaje total de degradación es de 100%. El tiempo de degradación en 15 días se asemeja con el bioplástico a base de mucílago de nopal (*Opuntia tomentosa*) que se degradó el 100% en 18 días, una diferencia no mayor de 3 días. La rapidez con la cual se degrada se estima que puede estar determinada por la cantidad de mucílago y proteína en la formulación (Quispe, 2022, p.43), por esta razón los tratamientos 3 y 4 que contienen una mayor cantidad de mucílago de la penca de la pitahaya se degradan totalmente.

Tabla 4-23: Degradabilidad en Agua

Tratamientos	Repetición	Día 0	Día 2	Día 4	Día 6	Día 8	Día 10	Día 15
T1	R1	92,464	87,532	81,243	73,981	65,766	54,708	48,969
	R2	92,608	87,723	81,569	74,903	66,136	54,767	49,482
	R3	92,622	87,759	81,288	74,851	66,433	54,646	49,166
	R4	92,308	87,203	81,734	74,361	66,501	55,171	50,203
T2	R1	92,728	87,443	81,064	74,891	66,447	56,087	50,532
	R2	92,622	87,762	81,018	74,413	65,374	53,747	48,518
	R3	92,503	87,829	81,159	74,666	66,295	55,238	49,976
	R4	92,562	87,387	81,441	73,442	64,761	54,053	48,613
T3	R1	92,62	88,409	82,119	75,786	67,166	56,347	50,426
	R2	92,77	88,45	81,922	74,459	65,516	53,358	47,988

	R3	92,678	88,041	81,945	74,906	65,626	54,413	48,129
	R4	92,608	87,863	81,71	74,629	65,373	54,844	49,626
T4	R1	92,806	88,013	81,661	74,931	65,857	54,903	49,516
	R2	92,682	87,611	81,502	75,074	65,331	54,167	48,503
	R3	92,684	88,144	81,54	75,028	65,283	54,378	48,76
	R4	92,705	88,904	81,767	75,207	65,995	54,804	49,27

Realizado por: Jara N., 2023

El valor obtenido mediante un modelo estadístico en relación a F calculado es mayor a F tabulado (2,84), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula porque no existe variación entre los cuatros tratamientos en la degradabilidad en agua.

Tabla 4-24: Análisis de varianza ANOVA de la degradabilidad en agua

Origen de las variables	Suma de las variables	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	2,646	3	0,882	0,822	0,507	2,646
Dentro de los grupos	12,885	12	1,074			12,885
Total	15,532	15				

Realizado por: Jara N., 2023

Degradación

Duncan^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
3.00	4	43.6267
4.00	4	43.7070
2.00	4	43.1940
1.00	4	43.0455
Sig.		.241

Ilustración 4-6: Subconjuntos homogéneos de la degradación

Realizado por: Jara N., 2023

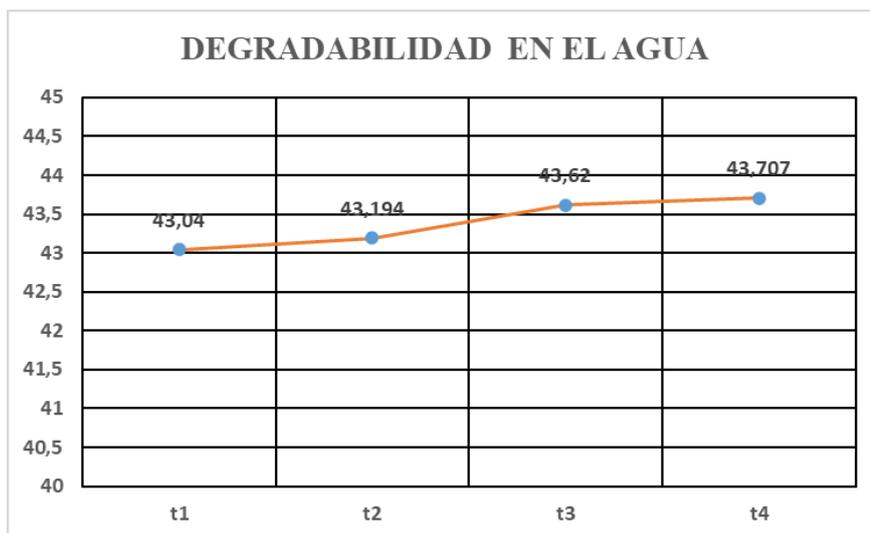


Ilustración 4-7: Resultados degradabilidad en el agua

Realizado por: Jara N., 2023

La salida del balance de masa se debe a la evaporación del agua a 80°C y 600 rpm utilizada para diluir la gretetina con la finalidad de que todos los ingredientes se homogenicen.

Tabla 4-25: Balance de masa del bioplástico entrada-salida=acumulación

T1	Cantidades (g)	Entrada (g)	Salida (g)	Acumulación (g)
Mucílago	0			
Gretetina	6,67			
Agua	39	54,02	15,34	38,68
Vinagre	4,18			
Glicerina	4,17			
T2	Cantidades	Entrada	Salida	Acumulación
Mucílago	20			
Gretetina	6,67			
Agua	39	74,02	26,04	47,98
Vinagre	4,18			
Glicerina	4,17			
T3	Cantidades	Entrada	Salida	Acumulación
Mucílago	40 g			
Gretetina	6,67 g			
Agua	39 g	94,02	30,09	63,93
Vinagre	4,18 g			

Glicerina	4,17 g			
T4	Cantidades	Entrada	Salida	Acumulación
Mucílago	60 g			
Grenetina	6,67 g			
Agua	39 g	114,02	33,34	80,86
Vinagre	4,18 g			
Glicerina	4,17 g			

Realizado por: Jara N., 2023

Tabla 4-26: Comparación del bioplástico (*Selenicereus sp*) con plástico común

Características	Tratamientos	Bioplástico	Plástico
Resistencia a la Humedad	T1	No	
	T2	No	Si
	T3	No	
	T4	No	
Permeabilidad	T1	Si	
	T2	Si	No
	T3	Si	
	T4	Si	
Degradabilidad	T1	Si	
	T2	Si	No
	T3	Si	
	T4	Si	
Solubilidad	T1	Si	
	T2	Si	No
	T3	Si	
	T4	Si	
Moldeable	T1	Si	
	T2	Si	Si
	T3	Si	
	T4	Si	
Transparente	T1	No	
	T2	No	Si
	T3	No	
	T4	No	

Realizado por: Jara N., 2023

Tabla 4-27: Análisis físico-mecánico del bioplástico (*Selenicereus sp*)

Parámetros	Resultado obtenido	Rango estándar	Método de Referencia
Resistencia a la ruptura y elongación	34, 75 N 84,3 mm	> 3 N/mm ² > 0,2 mm	(NTE INEN 2173,2015, p.5)
Permeabilidad al vapor de agua	2,31E-07	>5 mg cm-2 h -1	(NTE INEN-ISO 15496, 2004, p.6)
Espesor	0,034 mm	0,2 mm	(NTE INEN-ISO 4593,1993. pp.4-5)

Realizado por: Jara N., 2023

4.3 Prueba de hipótesis

Es factible el uso de la penca de la pitahaya (Selenicereus sp.) para la obtención de bioplástico.

Los resultados obtenidos en la caracterización fisicoquímica del mucílago extraído presentan condiciones óptimas y similares a las del mucílago de nopal (*Opuntia ficus*) y (*Opuntia tomentosa*) para la elaboración de bioplástico, pero existe una diferencia de que la cantidad de azúcares presentes en el mucílago extraído mediante el análisis HPLC es mínima, al igual que (García,2011, p.66) menciona el bajo peso molecular de β -D-glucosa y ramnosa presentes en el mucílago del tallo de la pitahaya (*Hylocereus undatus*). Según bibliografía el mucílago de nopal está compuesto por azúcares altamente ramificados lo que ayuda al comportamiento gelificante, espesante y emulsificante (Gibson & Park ,1986, pp.166-199), pero el mucílago de la penca de pitahaya si posee estas características debido a la alta presencia de proteínas y grasa que ayudan a estabilizar la estructura del bioplástico como en estudios realizados por (Espada, 2016, pp.8-9) en el desarrollo de plásticos proteicos a base de la proteína de soja. La formulación aplicada para la elaboración de bioplástico se basó en añadir en el primer tratamiento 0 gramos de mucílago (tratamiento control) para observar el comportamiento de la grenetina, vinagre y glicerina, pero con la aplicación de las características físico-mecánicas y la presencia de burbujas de aire en su proceso de elaboración dio como resultado valores inferiores al T3 y T4 que contenían en su formulación 40 g y 60 g de mucílago de la penca de la pitahaya. Se ensayó la degradabilidad en los tres tratamientos que contienen mucílago y en el tratamiento control con dando como resultado la degradación total en 15 días en presencia de agua.

CAPÍTULO V

5. MARCO PROPOSITIVO

5.1 Propuesta

El bioplástico elaborado a partir del mucílago de la penca de pitahaya (*Selenicereus sp*), presenta una coloración verdosa por lo que se propone aplicar un método de despigmentación no agresivo como en el caso del etanol, peróxido de hidrógeno, aplicado en los residuos del camarón conjunto con la cáscara de la yuca para la formación de biopolímeros. (Pesántes & Alberca, 2021, p.17)

Se propone realizar un estudio de cuantificación, separación, medición de la concentración y análisis de las proteínas para conocer los tipos de estructura, cadenas y fuerzas intermoleculares que la conforman, se puede emplear el método de Biuret, Lowry, Turbidimetría, Nefelometría, Inmunodifusión, etc. (Vélez ,2006, pp.1-12) que ayudan a la estabilización de la estructura del bioplástico.

CONCLUSIONES

- Se determinó la factibilidad del uso de la penca de la pitahaya (*Selenicereus sp.*) para la obtención de bioplástico, por lo cual se obtuvo un rendimiento de extracción del mucílago del 51,75% con un alto contenido de proteína (11,8%) lo que ayuda a la estabilización de la estructura del bioplástico.
- Se caracterizó las propiedades fisicoquímicas del mucílago de la penca de la pitahaya (*Selenicereus sp.*) extraído entre ellas el pH (5,04), humedad (96,22%), contenido de ceniza (1,93%), determinación de grasa (6,23%), capacidad de retención de agua (3,31%), densidad aparente (1,92%), sólidos solubles (2,52%), determinación de fibra (2,85%) y determinación de azúcares (<0.8), por tal motivo el mucílago posee características de buena calidad para la formulación de bioplástico.
- Se evaluó la metodología adecuada para la obtención de películas bioplásticas a partir del mucílago de la penca de la pitahaya (*Selenicereus sp.*) que permitió mejores características físico-mecánicas en el T3 y T4 como lo es la metodología de (León-Martínez et al., 2011; Mounir et al., 2020) y (Pazmiño, 2021).
- Se evaluó las características físico-mecánicas de las películas bioplásticas obtenidas a partir del mucílago de la penca de la pitahaya (*Selenicereus sp.*) según la normativa INEN como la resistencia a la ruptura (34,75 N), elongación (87,2 mm), permeabilidad al vapor de agua ($2,31E-07 \text{ g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{MPa}^{-1}$), espesor (0,033-0,034 mm), humedad (77,69-81,40%) y solubilidad (5,83-36,82 %) obteniendo resultados óptimos dentro de los límites establecidos.

RECOMENDACIONES

- Para garantizar mejores resultados se puede emplear 1000 rpm de agitación en la mezcla de los ingredientes, para evitar la formación de burbujas de aire en la película bioplástica que interfieran en la caracterización físico-mecánica.
- Para extender la vida útil del producto se debe aplicar un tratamiento para disminuir la humedad.
- Se recomienda emplear una técnica de biodegradación en tierra y ambiente para evaluar el porcentaje de deterioro en 15 días.
- Para futuras investigaciones relacionadas con el mucílago de la penca de pitahaya se recomienda el análisis y cuantificación de los aminoácidos que conforman el mucílago extraído.

BIBLIOGRAFÍA

ALCOCER, L.; et al. “Presentaciones aparentemente arbitrarias de algunos contenidos comunes en libros de texto de física y química”. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* [en línea], 2004, (España) 3(1), pp. 98-122. [Consulta: 19 octubre 2022]. Disponible en: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen3/REEC_3_1_6.pdf

ALPÍZAR, E. Extracción, caracterización y evaluación del mucílago de la semilla de tamarindo como agente encapsulante del aceite de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). (Trabajo de titulación) (Doctoral) [en línea]. Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Química. Toluca-México.2019. pp. 64-62. [Consulta: 13 febrero 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.11799/104805>

AME-INEC. “Gestión de Residuos Sólidos 2018”. *Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales* [en línea], 2020, (Ecuador), pp. 1-26. [Consulta: 4 octubre 2022]. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2018/Residuos_solidos_2018/PRESENTACION_RESIDUOS_2018.pdf

ÁNGEL-ZUMAYA, J.A. “Procesamiento de cáscaras de pitaya como polvos con alto contenido de fibra dietaria”. *Evaluación tecnofuncional*. vol. 7, pp. 1692-1698.

AOAC 977.20-1977. *Separación de azúcares en miel - Liquid Chromat.*

ARVANITO YANNIS, I.; et al. “Chitosan and gelatin based edible films: state diagrams, mechanical and permeation properties”. *Carbohydrate Polymers*, [en línea], 1998, (Grecia) 37, (4), pp. 371-382. ISSN 0144-8617. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0144-8617\(98\)00083-6](https://doi.org/10.1016/S0144-8617(98)00083-6)

ASTM D1653-93. *Métodos de prueba estándar para la transmisión de vapor de agua de películas de recubrimiento orgánico.*

BANGYEKAN, C.; et al. “Preparation and properties evaluation of chitosan-coated cassava starch films”. *Carbohydrate Polymers* [en línea], 2006, (Tailandia) 63(1), pp. 61-71. [Consulta: 14 febrero 2023]. ISSN 0144-8617. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2005.07.032>

BARAHONA, L.; et al. “Biopolímeros capaces de reemplazar a los plásticos tradicionales”. *Ciencia Digital* [en línea], 2019, (Ecuador) 3(4), pp. 138-155. [Consulta: 14 febrero 2023]. ISSN 2608-8085. Disponible en: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i4.954>

BUENO, C. Bio-compuestos termoplásticos basados en aceites vegetales. Estudio de su aplicabilidad al envasado de alimentos (Trabajo de titulación) (Doctoral) [en línea]. Universidad de Alicante, Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología. España, 2016. pp. 1-299. [Consulta: 13 febrero 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10045/26479>

BRITO, M.; et al. “Producción de láminas de plástico biodegradables a partir del almidón de arracacia xanthorrhiza”. *Dominio de las Ciencias* [en línea], 2020, (Ecuador), 6 (2), pp. 981-994. [Consulta: 14 febrero 2023]. ISSN 2477-8818. Disponible en: <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1261>

CASTILLO, R.; et al. *Guía técnica para el cultivo de pitahaya*. Chetumal, Quintana Roo-México: Universidad de Quintana Roo Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1996, pp.8-78

CATALÁN, G. *Basura en los océanos, un reto internacional* [blog]. RETORNA, 2011. [Consulta: 11 diciembre 2022]. Disponible en: <http://www.retorna.org/mm/file/Documentacion/Basuraocéanos.pdf>

CENTURIÓN, A.; et al. “Cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo”. *Revista Fitotecnia Mexicana* [en línea], 2008, (México) 31(1), pp.1-5. [Consulta: 1 enero 2023]. ISSN 0187-7380. Disponible en: <https://revfitotecnia.mx/index.php/RFM/article/view/659>

COELLO, S. & MACÍAS, R. “Situación de la Basura Marina en Ecuador”. *Comisión Permanente del Pacífico Sur – CPPS* [en línea], 2010, (Ecuador), pp.2-6. [Consulta: 17 octubre 2022]. Disponible en: <http://cpps.dyndns.info/cpps-docs-web/planaccion/biblioteca/pordinario/002.Basura%20Marina%20en%20Ecuador.pdf>

CHARIGUAMÁN, J. Caracterización de bioplástico de almidón elaborado por el método de casting reforzado con albedo de maracuyá (*Passiflora edulis* spp) (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Escuela Agrícola Panamericana, Carrera de Agroindustria Alimentaria.

Zamorado-Honduras. 2015. pp.18-20. [Consulta: 16 diciembre 2022]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4560/1/AGI-2015-014.pdf>. 2015

DÁVILA, Y. Estudio de las Propiedades Físicoquímicas y Funcionales del Mucilago de la Cascara de Pitahaya. (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Química. Toluca-México. 2022. pp.11-60. [Consulta: 13 diciembre 2022]. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/136915>

DIEGUEZ, K.; et al. “Evaluación del Impacto Ambiental del Cultivo de la Pitahaya, Cantón Palora, Ecuador”. *Scielo* [en línea], 2020, (Ecuador) 23(49), pp. 113-128. [Consulta: 21 noviembre 2022]. ISSN 0123-7799. Disponible en: <https://doi.org/10.22430/22565337.1621>

DIFILO, A. Fortalecimiento Asociativo de los Actores de la Economía Popular y Solidaria para el Aprovechamiento de Oportunidades de Negocios en Mercados Internacionales. Caso: Asociación de Productores y Comercializadores de Pitahaya y otros productos Palora, Provincia de Morona Santiago – Ecuador, 2015 – 2016. (Trabajo de titulación) (Maestría) [en línea]. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Maestría en Gestión del Desarrollo Local Comunitario. Quito-Ecuador. 2017. pp.5-26. [Consulta: 21 noviembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/14200>

DUARTE, L. Bioplásticos: Contexto Actual, Aplicaciones y Sostenibilidad (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias de la Salud, Departamento de Bacteriología. Montería-Colombia. 2022, pp.5-8. [Consulta: 21 noviembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/4872>

ESPADA, L. Desarrollo de materiales bioplásticos proteicos con elevada capacidad de absorción de agua (Trabajo de titulación) (Doctoral) [en línea]. Universidad de Sevilla. Departamento de Ingeniería Química. Sevilla-España. 2016. pp. 8-55 [Consulta: 13 febrero 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11441/47788>

ESQUIVEL, P. “Los frutos de las cactáceas y su potencial como materia prima”. *Agronomía Mesoamericana* [en línea], 2004, (Costa Rica) 15 (2), pp. 215-219. [Consulta: 1 enero 2023]. ISSN 1021-7444. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43715212>

FAO, 2018. Ecología del cultivo, manejo y usos del nopal. [en línea]. [Consulta: 3 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i7628es/I7628ES.pdf>

FUENTES, A.; et al. “Determinación de la capacidad de retención de agua (CRA). Método de prensado”. *Universidad Politécnica de Valencia* [en línea], 2013, (España) 1(1), pp.4-5. [Consulta: 12 diciembre 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10251/29835>

FUENTES, M.; & SILVA, J. Diseño de un Sistema de Residuos Sólidos Inorgánicos (plástico y vidrio) para el Gobierno Municipal del Cantón Palora, provincia de Morona Santiago (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Facultad de Mecánica, Escuela de Ingeniería Mecánica. Riobamba-Ecuador. 2009, pp. 1-205 [Consulta: 9 octubre 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/263/1/15T00410.pdf>

FRANCO, W., & CAJAS, A. “La Pitahaya de Palora: Actualidad y perspectivas económicas y agroecológicas”. *Universidad Regional Amazónica* [en línea], 2020, (Ecuador), pp.1-10. [Consulta: 4 octubre 2022]. Disponible en: DOI 10.13140/RG.2.2.32348.54403

GARCÍA, A. “Obtención de un Polímero Biodegradable a partir de Almidón de Maíz”. *ITCA* [en línea], 2015, (El Salvador) 1(1), pp.44-45. [Consulta: 11 diciembre 2022]. ISBN: 978-99961-50-21-0. Disponible en: <https://www.itca.edu.sv/wp-content/themes/elaniin-itca/docs/2015-Obtencion-de-un-polimero-biodegradable.pdf>

GARCÍA, E. Optimización del secado por aspersion de mucílago de pitahaya (*Hylocereus undatus*) en función de sus propiedades reológicas. (Trabajo de titulación) (Maestría) [en línea]. Instituto Politécnico Nacional, Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales. México. 2011. pp.5-66. [Consulta: 4 octubre 2022]. Disponible en: http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080/xmlui/handle/LITER_CIIDIROAXA/160

GIBSON, A. & PARK, S. Cactus primer [en línea]. USA: First Harvard University Press paperback edition, 1986, pp. 196-286.

GÓNGORA, J. “La industria del plástico en México y el mundo”. *Comercio Exterior* [en línea], 2014, (México) 64(5), pp. 6-9. [Consulta: 3 octubre 2022]. Disponible en: http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/761/3/la_industria_del_plastico.pdf

GUILLÉN, V. Estructura y propiedades de las proteínas (Trabajo de titulación) (Maestría) [en línea]. Universidad de Valencia, Maestría en Ingeniería Biomédica. Valencia-España. 2008. pp.1-

22. [Consulta: 4 octubre 2022]. Disponible en:
https://www.uv.es/tunon/pdf_doc/proteinas_09.pdf

GUZMÁN, D. & CHÁVEZ, J. “Estudio bromatológico del cladodio del nopal (*Opuntia ficus-indica*) para el consumo humano”. *Revista de la Sociedad Química del Perú* [en línea], 2007, (Perú) 73(1), pp.41-45. [Consulta: 4 octubre 2022]. ISSN 1810-634X. Disponible en:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=371937604004>

HINOJOSA-GIJÓN, M.; et al. “Procesamiento de cáscaras de pitaya como polvos con alto contenido de fibra dietaria: Evaluación tecnofuncional”. *Journal CIM Vol.* [en línea], 2019, (México) 7(1), pp. 1692-1696. [Consulta: 14 febrero 2023]. ISSN 2007-8102. Disponible en:
<https://zenodo.org/record/4278473/files/IQ67.pdf>

IGUARDIA, C. Síntesis y caracterización de bioplástico a partir del almidón de banano verde (*Musa sapientum* variedad Cavendish) (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacias, Químico Farmacéutico. Guatemala. 2013. pp.5-54. [Consulta: 9 octubre 2022]. Disponible en:
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_3523.pdf

INCyTU. “Plásticos en los océanos”. *FCCPyT* [en línea], 2019, (México) 34(52), pp. 2-6. [Consulta: 17 octubre 2022]. Disponible en:
https://foroconsultivo.org.mx/INCyTU/documentos/Completa/INCYTU_19-034.pdf

INNOTEC. “Tecnología Alimentaria”. *Revista anual del Laboratorio Tecnológico del Uruguay* [en línea], 2009, (Uruguay) 4(1), pp. 33-34. [Consulta: 13 diciembre 2022]. ISBN 1510-6593. Disponible en: https://catalogo.latu.org.uy/opac_css/doc_num.php?explnum_id=1442

JIMÉNEZ, J. Análisis del bioplástico de banano desde la perspectiva del diseño industrial para posible aplicación en diseño de producto (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Universidad de San Buenaventura, Facultad de Artes Integradas, Diseño Industrial. Medellín-Colombia. 2019. pp 1-62. [Consulta: 13 octubre 2022]. Disponible en:
<https://bibliotecadigital.usb.edu.co/server/api/core/bitstreams/824976f4-140e-43e2-918c61931db3ae37/>

KNOTHE, G.; et al. *The Biodiesel Handbook*. [en línea]. Illinois-USA: AOCS PRESS, 2005. [Consulta: 1 enero 2023]. Disponible en: <https://www.calameo.com/books/001422462cbb6322b8bda>

LABEAGA, A. Polímeros biodegradables. Importancia y potenciales aplicaciones (Trabajo de titulación) (Maestría) [en línea]. Universidad Nacional de Educación a Distancia, Facultad de Ciencias. España. 2018. pp. 7-15. [Consulta: 2 enero 2023]. Disponible en: http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:master-Ciencias-CyTQ-Alabeaga/Labeaga_Viteri_Aitziber_TFM.pdf

LE BELLEC, F.; et al. “Pitahaya (Hylocereus spp.): A new fruit crop, a market with a future”. *Cambridge University Press* [en línea], 2006, (France) 61(4), pp. 237-250. [Consulta: 1 enero 2023]. ISSN 02481294. Disponible en: <https://doi.org/10.1051/frutas:2006021>

LEÓN-MARTÍNEZ, F.; et al. “Effects of drying conditions on the rheological properties of reconstituted mucilage solutions (Opuntia ficus-indica)”. *Carbohydrate Polymers* [en línea], 2011, (México) 84(1), pp.439-445. [Consulta: 4 octubre 2022]. ISSN 01448617. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.12.004>

LEZAMA, A.; et al. El cultivo de pitahaya. 1ª ed. México: SAGARPA, 2000, pp.2-3.

LÓPEZ, Á., RIVAS, J., LOAIZA, M. y SABINO, M., 2010. *Degradación de películas plastificadas de quitosano obtenidas a partir de conchas de camarón (L.vannamei)*. [en línea]. [Consulta: 15 enero 2023]. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652010000200014

LÓPEZ, F.; et al. “Caracterización de una película biopolimérica formulada con mucílago de nopal (Opuntia joconostle)”. *Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica* [en línea], 2016, (México) 4 (20), pp. 3-8. [Consulta: 11 febrero 2023]. Disponible en: www.riiit.com.mx

MAURTUA, A.; et al. “Determinación de la tecnología de extracción del mucílago de la semilla de chía (Salvia hispánica L.) y evaluación de sus propiedades funcionales”. *Brazilian Journal of Development* [en línea], 2020, (Perú) 6 (2), pp. 8148-8166. [Consulta: 11 febrero 2023]. ISSN 2525-8761. Disponible en: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/7015>

MARTÍNEZ, R. “Aprovechamiento de la pitahaya: bondades y problemáticas”. *Caos Conciencia* [en línea], 2006, (México) 1(1), pp. 17-24. [Consulta: 13 diciembre 2022]. Disponible en: http://doi.uqroo.mx/RevistaCaos/2006_Vol_1/Num_1/RCvol_I_17-24_2006.pdf

MATSUHIRO, B. “Chemical characterization of the mucilage from fruits of *Opuntia ficus indica*”. *Carbohydrate Polymers* [en línea], 2006, (Chile) 63(2), pp. 263-267. [Consulta: 16 diciembre 2022]. ISSN 0144-8617. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2005.08.062>

MCGARVIE, D., & PAROLIS, H. “Methylation analysis of the mucilage of *Opuntia ficus-indica*”. *Carbohydrate Research* [en línea], 1981, (Sudáfrica) 88(2), pp. 305-314. [Consulta: 16 diciembre 2022]. ISSN 00086215. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0008-6215\(00\)85543-3](https://doi.org/10.1016/S0008-6215(00)85543-3)

MERÁZ, M.; et al. *Pitahaya de México-Producción y Comercialización en el contexto internacional* [en línea]. México: CIESTAAM, Universidad Autónoma Chapingo, 2003. [Consulta: 1 enero 2023]. Disponible en: <https://docplayer.es/21693839-Pitahaya-de-mexico-produccion-y-comercializacion-en-el-contexto-internacional.html>

MOUNIR, B.; et al. “Physico-chemical changes in cladodes of *Opuntia ficus-indica* as a function of the growth stage and harvesting areas”. *Journal of Plant Physiology* [en línea], 2020, (México) 251(1), pp.34-45 [Consulta: 4 octubre 2022]. ISSN 0176-1617. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2020.153196>

MUÑOZ, L. & ZÚÑIGA, M. “Propiedades físico-químicas y funcionales del mucílago de semilla de chía”. *Investigación, Ciencia y Universidad* [en línea], 2017, (Argentina) 2(2), pp. 3-18. [Consulta: 12 febrero 2023]. ISSN 2525-1783. Disponible en: <http://www.repositorio.umaza.edu.ar/index.php/icu/article/view/43>

MPCEIP; & GIZ. *Libro blanco de economía circular de Ecuador* [en línea]. Quito-Ecuador: 2021. [Consulta: 13 octubre 2022]. Disponible en: https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/05/Libro-Blanco-final-web_mayo102021.pdf

NMX-F-083-S-1986. *Alimentos-Determinación de humedad en productos alimenticios.*

NMX-F-089-S-1978. *Determinación de extracto etéreo (Método Soxhlet) en alimentos.*

NMX-F-090-S-1978. *Determinación de Fibra Cruda en Alimentos.*

NTE INEN 380. *Conservas Vegetales. Determinación de Sólidos Solubles. Método Refractométrico.*

NTE INEN 401. *Conservas vegetales. Determinación de cenizas.*

NTE INEN 1670. *Quinua. Determinación de la proteína total. (Proteína cruda).*

NTE INEN 1456. *Reactivos para análisis. almidón soluble (para,iodometría). Métodos de ensayo.*

NTE INEN 2173. *Alambres de cobre duro de sección circular para uso eléctrico. Requisitos y métodos de ensayo.*

NTE INEN-ISO 4593. *Plásticos. películas y hojas de plástico. determinación del espesor por medición directa con micrómetro (ISO 4593:1993, IDT).*

NTE INEN-ISO 15496. *Textiles. Medición de la permeabilidad al vapor de agua de textiles con fines de control de calidad (ISO 15496:2004, IDT).*

OECD. *La contaminación por plástico crece sin cesar, en tanto que la gestión de residuos y el reciclaje se quedan cortos* [blog]. [Consulta: 17 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.oecd.org/centrodemexico/medios/perspectivas-globales-del-plastico.htm>

PASCOE, S.; et al. “Formulación de una película plástica natural utilizando nopal verdura spp”. *Anuario de investigación* [en línea], 2014, (México), pp. 53-67. [Consulta: 16 diciembre 2022]. Disponible en: https://biblioteca.univa.mx/Anuario/2014/2014_2_formulacion.pdf

PASCOE, S. “Mezcla y proceso, para elaborar un material plástico biodegradable”. *Organización Mundial de la Propiedad Intelectual* [en línea], 2016, (México), pp. 1-35. WO2016093685A1. [Consulta: 16 diciembre 2022]. Disponible en: <https://patentimages.storage.googleapis.com/f2/c3/e9/d039afa879cc61/WO2016093685A1.pdf>

PASTOR, C. *Recubrimientos comestibles a base de hidroxipropil metilcelulosa: caracterización y aplicación (Trabajo de titulación) (Doctoral)* [en línea]. Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de tecnología de Alimentos. Valencia-España. 2010. pp. 39-50. [Consulta: 12 febrero 2023]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/8534>

PAZMIÑO, K. Obtención de Bioplástico a partir del Mucílago de Cactus (*Opuntia ficus-indica*) para uso como envolturas alimenticias (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Facultad de Ciencias. Riobamba-Ecuador. 2021. pp.31-81. [Consulta: 13 diciembre 2022]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/16780/1/96T00694.pdf>

PESANTES, D.; & ALBERCA, A. Estudio de la obtención de un material polimérico biodegradable a partir de los desechos de la yuca por adición de agentes plastificantes (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Carrera de Ingeniería Ambiental. Cuenca-Ecuador. 2021. pp. 1-177. [Consulta: 13 octubre 2022]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21090/1/UPS-CT009269.pdf>

PIZÁ, H.; et al. Análisis experimental de la Elaboración de Bioplástico a partir de la Cáscara de Plátano para el Diseño de una Línea de Producción Alternativa para las Chifleras de Piura, Perú. (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Piura-Perú. 2017. pp. 83-89. [Consulta: 13 octubre 2022]. Disponible en: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3224/PYT_Informe_Final_Proyecto_Bioplastico.pdf

PLASTICS EUROPE. “Un análisis de los datos sobre producción, demanda y residuos de plásticos en Europa”. *Plásticos – Situación en 2019*, [en línea], 2019, (España), pp.1-46. [Consulta: 4 octubre 2022]. Disponible en: https://plasticseurope.org/es/wp-content/uploads/sites/4/2021/11/Plastics_the_facts-Mar2019-esp.pdf

QUISPE, A. Obtención de plástico biodegradable a partir de los cladodios de nopal (*Opuntia tomentosa*) como alternativa al uso de bolsas plásticas convencionales (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Facultad de Ciencias. Riobamba-Ecuador. 2022. pp.29-49. [Consulta: 14 diciembre 2022]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/15255/1/112T0272.pdf>

RAMÍREZ, M. “Los glúcidos, azúcares o carbohidratos”. Universidad Nacional Autónoma de México [en línea], 2008, pp. 1-8. [Consulta: 2 noviembre 2022]. Disponible en: https://fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_bioquimica/Unidad_3.pdf

RAMÍREZ, C.; et al. “Neutral sugar profile of cell wall polysaccharides of pitaya (*Hylocereus* sp.) fruits. Carbohydrate Polymers”. *Carbohydrate Polymers* [en línea], 2011, (Costa Rica) 83(3),

pp. 1134-1138. [Consulta: 6 noviembre 2022]. ISSN 0144-8617. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.09.042>

RIERA, M. & PALMA, R. “Obtención de bioplásticos a partir de desechos agrícolas. Una revisión de las potencialidades en Ecuador”. *Sistema de Información Científica Redalyc* [en línea], 2018, (Venezuela) 13(3), pp. 69-78. [Consulta: 3 noviembre 2022]. ISSN: 1856-5301. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/933/93368279005/html/>

ROCHA, G.; et al. “Biodegradable composite films based on cassava starch and soy protein. Polímeros”. *Scielo* [en línea], 2014, (Brasil) 24(5), pp. 587-595. [Consulta: 13 febrero 2023]. ISSN 1856-5301. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/po/a/bbqcc37qRy4sSGBYLLjgnCf/?format=pdf&lang=pt>

RODRÍGUEZ-FÉLIX, A. & CANTWELL, M. “Developmental changes in composition and quality of prickly pear cactus cladodes (nopalitos)”. *Plant foods for human nutrition (Dordrecht, Netherlands)* [en línea], 1988, (México) 38 (1), pp. 83-93. [Consulta: 9 febrero 2023]. ISSN 0921-9668. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3231597/>

RODRÍGUEZ, Y. Evaluación del mucílago de nopal (*Opuntia ficus-indica*) como agente estabilizante en néctar de maracuyá (*Passiflora edulis*) (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería. Ingeniería de Alimentos. Bogotá-Colombia. 2017. pp.5-58. [Consulta: 11 febrero 2023]. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1066&context=ing_alimentos

ROMERO, M.; et al.” Obtención de plásticos biodegradables a partir de glicerina”. *INJUVE* [en línea], 2019, (España), pp. 2-7. [Consulta: 13 octubre 2022]. Disponible en: <https://docplayer.es/169269199-Bioplastico-obtencion-de-plasticos-biodegradables-a-partir-de-glicerina-ies-ramon-y-cajal-albacete-2019.html>

RUIZ, Y. Obtención de Bioplástico a partir del Almidón de Fréjol Canario (*Phaseolus Vulgaris* L) para el uso en envolturas de alimentos (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Riobamba-Ecuador. 2015. pp.1-4. [Consulta: 9 octubre 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/16747>

SÁENZ, C.; et al. “*Opuntia* spp mucilage’s: a functional component with industrial perspectives. Journal of Arid Environments”. *Journal of Arid Environments* [en línea], 2004, (México) 57(3),

pp. 275-290. [Consulta: 13 febrero 2023]. ISSN 0140-1963. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0140-1963\(03\)00106-X](https://doi.org/10.1016/S0140-1963(03)00106-X)

SÁNCHEZ, A. Modelado del proceso de extracción de ácido acético con recuperación del disolvente orgánico (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Madrid-España. 2016. pp. 7-19. [Consulta: 4 octubre 2022]. Disponible en: http://oa.upm.es/42845/1/TFG_ANA_SANCHEZ_LEVOSO.pdf

SANDO, H. Propuesta de un Plan de Manejo Ambiental de Residuos Sólidos para la Parroquia Sangay, Cantón Palora. (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Universidad Estatal Amazónica, Carrera de Ingeniería Ambiental. Pastaza-Ecuador. 2012. pp.1-45. [Consulta: 3 noviembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/handle/123456789/126>

SANTACRUZ, C.; et al. *Agroindustrialización de Pitaya* [en línea]. La Habana: Editorial Universitaria, 2009. [Consulta: 12 febrero 2023]. Disponible en: <https://pitahayasbaleno.com/wp-content/uploads/2018/10/7-Agroindustrializaci%C3%B3n-de-pitaya-.pdf>

STUCHELL, Y.; & KROCHTA, J. “Enzymatic Treatments and Thermal Effects on Edible Soy Protein Films”. *Journal of Food Science* [en línea], 1994, (USA) 59 (6), pp. 1332-1337. [Consulta: 13 febrero 2023]. ISSN 0022-1147. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2621.1994.tb14709.x>

TORRES, E. Elaboración de Bioplásticos a partir del Almidón de la Cáscara de la Papa (*Solanum Tuberosum*) y la Cáscara de la Papaya Hawaina (*Carica Papaya L.*) como alternativa para uso de envolturas biodegradables de alimentos. (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Facultad de Ciencias. Riobamba-Ecuador. 2015. pp. 1-3. [Consulta: 4 octubre 2022]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/14978/1/96T00632.pdf>

URIARTE, M.; et al. “Jumbo squid (*Dosidicus gigas*) mantle collagen: Extraction, characterization, and potential application in the preparation of chitosan–collagen biofilms”. *Bioresource Technology* [en línea], 2010, (México) 101(11), pp. 4212-4219. [Consulta: 13 febrero 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.01.008>

VERA, C.; & ZAMBRANO, I. Evaluación de las características del mucílago de cacao (*Theobroma cacao L.*) en la obtención de alcohol etílico (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en

línea]. Universidad de las Fuerzas Armadas, Departamento de Ciencias de la vida y de la Agricultura. Santo Domingo-Ecuador. 2018. pp.1-41. [Consulta: 13 febrero 2023]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/15798>

VÉLEZ, J. “Métodos para el análisis de proteínas”. *Universidad de Jaén* [en línea], 2006, (España), pp. 1-12. [Consulta: 15 febrero 2023]. Disponible en: <http://www4.ujaen.es/~esiles/TEMA3PROTEINASalumno.pdf>

VILLA, D.; et al. “Extracción, propiedades y beneficios de los mucílagos”. *Dominio de las Ciencias* [en línea], 2020, (Ecuador) 6(2), pp. 503-524. [Consulta: 6 febrero 2023]. ISSN 2477-8818. Disponible en: <http://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/index>

VILLADA, H.; et al. “Vista de Biopolímeros naturales usados en empaques biodegradables” *Universidad de La Rioja* [en línea], 2007, (España), pp. 6-8. [Consulta: 16 diciembre 2022]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5002436.pdf>



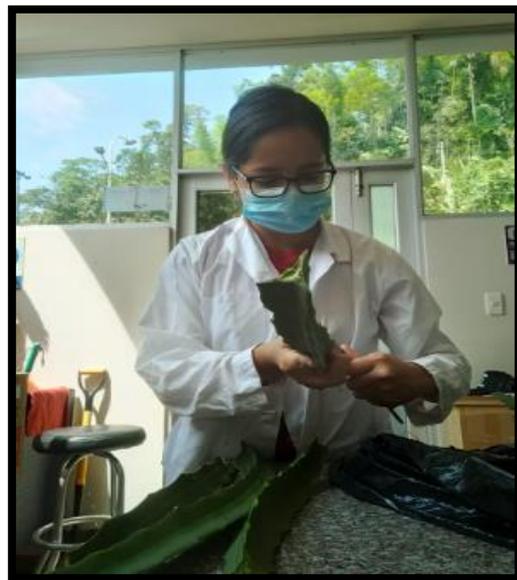
A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Rafael Antez', is written over a circular blue stamp. The stamp contains the text 'UNIDAD DOCUMENTAL Y CIENTÍFICA' around its perimeter and a central emblem.

ANEXOS

ANEXO A: MUESTRAS DE PITAHAYA RECOLECTADAS.



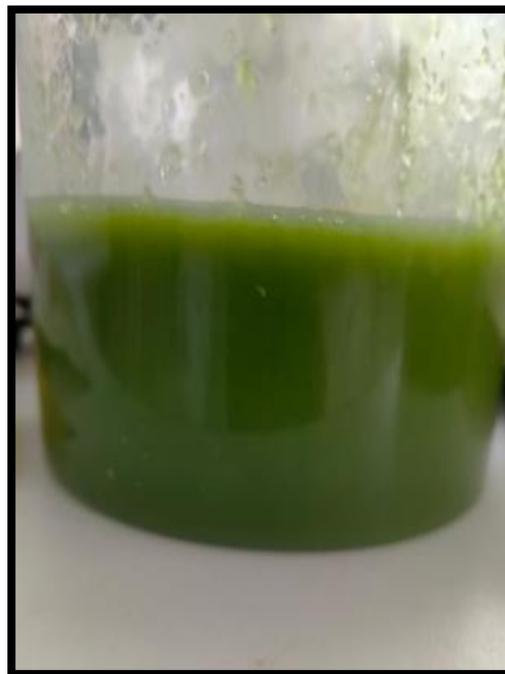
ANEXO B: PESADO, LAVADO Y DESINFECTADO DE LAS MUESTRAS RECOLECTADAS.



ANEXO C: TAMAÑO DE LA PENCA DE LA PITAHAYA PARA EL PROCESO DE HOMOGENIZACIÓN.



ANEXO D: MUCÍLAGO CENTRIFUGADO Y PRECIPITADO EN ALCOHOL AL 96%.



ANEXO E: DETERMINACIÓN DE FIBRA DEL MUCÍLAGO DE LA PENCA DE LA PITAHAYA.



ANEXO F: DETERMINACIÓN DE GRASA DEL MUCÍLAGO DE LA PENCA DE LA PITAHAYA.



ANEXO G: DETERMINACIÓN DE HUMEDAD DEL MUCÍLAGO DE LA PENCA DE LA PITAHAYA.



ANEXO H: PREPARACIÓN DEL BIOPLÁSTICO A PARTIR DE LA PENCA DE LA PITAHAYA.



ANEXO I: OBTENCIÓN DEL BIOPLÁSTICO A PARTIR DE LA PENCA DE LA PITAHAAYA.



ANEXO J: SOLUBILIDAD DEL BIOPLÁSTICO A PARTIR DE LA PENCA DE LA PITAHAAYA.



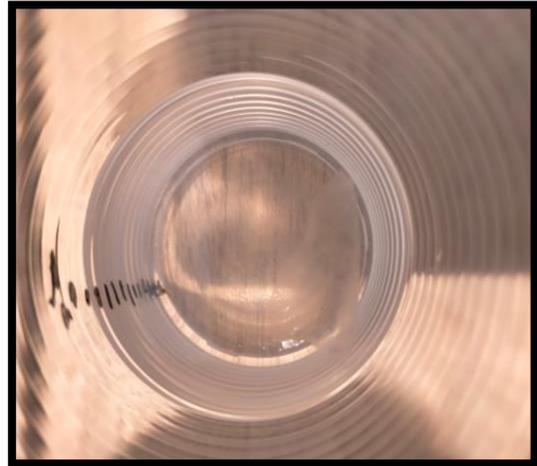
ANEXO K: HUMEDAD DEL BIOPLÁSTICO A PARTIR DE LA PENCA DE LA PITAHAYA.



ANEXO L: PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA DEL BIOPLÁSTICO A PARTIR DE LA PENCA DE LA PITAHAYA.



**ANEXO M: DEGRADACIÓN DEL BIOPLÁSTICO EN EL AGUA DURANTE 15
DÍAS.**



ANEXO N: ANÁLISIS DE AZÚCARES DEL MUCÍLAGO DE LA PENCA DE PITAHAYA



SEIDLaboratory CÍA. LTDA.

SERVICIO INTEGRAL DE LABORATORIO

www.seidlaboratory.com.ec



Certificados N° 2102-01/02

LABORATORIO ACREDITADO BAJO NORMA ISO/IEC 17025

INFORME DE ENSAYO NR. 269447

INFORMACION PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
CLIENTE:	NAYELY ESTEFANIA JARA FRANCO		
DIRECCION:	Av 29 de Mayo y Filomeno Rivadeneira		
TIPO DE MUESTRA:	MUCILAGO DE LA PENCA DE PITAHAYA		
TIPO DE PRODUCTO:	MUCILAGO DE LA PENCA DE PITAHAYA		
FECHA DE ELABORACION:	05.01.2023	FECHA DE CADUCIDAD:	ND
LOTE:	ND	FORMA DE CONSERVACIÓN:	REFRIGERACIÓN
CONTENIDO DECLARADO:	ND		
MATERIAL DE ENVASE:	ENVASE PLASTICO CON TAPA		

INFORMACION DE LA MUESTRA			
CODIGO LABORATORIO:	269447- 1	CONTENIDO ENCONTRADO:	365.3 ml
FECHA RECEPCION:	23/01/18	FECHA INICIO ENSAYO:	23/01/18
CONDICIONES AMBIENTALES DE LLEGADA DE LA MUESTRA:	Temperatura 4° C	MUESTREO: Personal técnico realiza la toma de muestra bajo indicaciones del cliente y, los resultados aplican a la muestra tomada tal como se recolectó.	

ENSAYOS FISICO QUIMICOS	METODO	UNIDAD	RESULTADO
Azúcares totales	SEIN-AZU (AOAC 977.20)	%	<0,8
Azúcares totales	Glucosa	SEIN-AZU (AOAC 977.20)	<0,8
	Sacarosa		<0,8
	Fructosa		<0,8
	Lactosa		<0,5

NS: No solicita el cliente/ ND: No declara.

Datos tomados de AZU-RG-20 PAG:129

INCERTIDUMBRE:		
PARÁMETRO FISICO QUIMICO	INCERTIDUMBRE	La incertidumbre expandida reportada esta basada en una incertidumbre típica multiplicada por un factor de cobertura K=2, proporcionando un nivel de confianza de aproximadamente un 95%
AZUCARES TOTALES - HPLC	L= 0.19	

Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote. El laboratorio no se responsabiliza por la representabilidad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado. Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico.

• **Tiempo de almacenamiento de informes:** Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra

Atentamente,

23/01/30
FECHA EMISION

Firmado digitalmente por: ANA
GABRIELA VALENCIA MURGUEYTIQ
Fecha y hora: 2023-01-30 17:20:59

Página 1 de 1

Confidencialidad e Imparcialidad

Seidlaboratory Cía. Ltda. asume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de actividades del laboratorio a partir de la(s) muestra(s) ensayada(s), información considerada como confidencial y de propiedad del cliente. Seidlaboratory Cía. Ltda. se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes; en caso de controversias, las partes se someterán al Centro de Mediación de la Cámara de Comercio de Quito.

Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio

Muestras perecibles: 8 días calendario; Muestras no perecibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el período estipulado.

Información

Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:

Dirección de Calidad directordecalidad@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec
Melchor Toaza N61-63 entre Av. del Maestro y Nazareth 022476314 - 022483145 - 0995450911 - 0992750633



ANEXO O: ANÁLISIS DE PROTEÍNAS DEL MUCÍLAGO DE LA PENCA DE PITAHAYA



INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS

Fecha: 25 de enero del 2023
Análisis solicitado por: Srta. Nayely Jara
Tipo de muestras: Muestras de mucílago de Pitahaya
Localidad: Parroquia Macas. Prov. Morona Santiago

Análisis Físico: Sensorial

Color	Verde oscuro
Olor	Característico, no definido
Aspecto	Heterogénea presencia de fibras
Consistencia	Líquido denso, viscoso

Análisis Químico

Parámetros	Unid.	Método	Resultados
Proteína (BS)	%	INEN 1670	11.8

Observaciones:

Atentamente.

Dra. Gina Álvarez R.
RESPONSABLE TECNICO
LABORATORIO

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada



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





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: 03 / 07 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Nayely Estefania Jara Franco
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Ambiental
Título a optar: Ingeniera Ambiental
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

1168-DBRA-UPT-2023