



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y
BIOTECNOLOGÍA
CARRERA DE ALIMENTOS

Desarrollo de películas comestibles a partir de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*).

Informe Final de Integración Curricular, modalidad proyecto de investigación, previo a la obtención de Título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autor: Erik Santiago Changoluisa Chancusig.

Tutora: Ing. Mirari Yosune Arancibia Soria, PhD.

Ambato-Ecuador

Marzo-2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

Dra. Mirari Yosune Arancibia Soria

CERTIFICA

Que el presente Informe Final de Integración Curricular ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Informe Final de Integración Curricular bajo la modalidad de Proyecto de Investigación, el mismo que corresponde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 13 de febrero del 2023

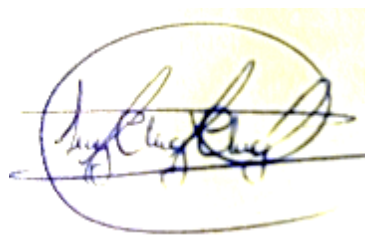
Ing. Mirari Yosune Arancibia Soria, PhD.

C.I. 180214246-1

TUTORA

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Erik Santiago Changoluisa Chancusig, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Informe Final de Integración Curricular modalidad Proyecto de investigación, previo a la obtención del Título de Ingeniero en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



Erik Santiago Changoluisa Chancusig

C.I. 050407224-0

AUTOR

APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores Calificadores, aprueban el presente Informe Final de Integración Curricular, modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

Presidente del Tribunal

PhD. Liliana Alexandra Cerda Mejía
C.I. 180414808-6


MSc. Diego Manolo Salazar Garcés
C.I. 180312429-4

Ambato, 21/03/2023

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Informe Final de Integración Curricular o parte de él, como documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Informe Final de Integración Curricular, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

A handwritten signature in blue ink, enclosed within a hand-drawn oval. The signature is stylized and appears to read 'Erik Santiago Changoluisa Chancusig'.

Erik Santiago Changoluisa Chancusig

C.I. 050407224-0

AUTOR

DEDICATORIA

A mi madre Olga quien es el pilar fundamental en mi vida, que ha sabido formarme con excelentes sentimientos, hábitos y valores, permitiéndome seguir adelante en los momentos más difíciles.

A mi padre Julio que siempre me tuvo fe y me ha brindado apoyo incondicional.

A mis hermanas Erika y Moraima que a pesar de las dificultades siempre me han apoyado y me han motivado para nunca rendirme en los estudios.

Este es el fruto de su apoyo y cariño incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios quien me ha guiado y me ha brindado fortaleza para seguir adelante.

A mi familia por su comprensión y apoyo constante, fueron y serán la razón de mi esfuerzo y dedicación.

A la doctora Mirari por su apoyo, tiempo, paciencia y por los conocimientos que me ha compartido al inicio, durante y en la culminación de este trabajo. Infinitas gracias por sus enseñanzas. Fue un honor trabajar con una gran profesional y persona como usted.

A Vane por sus consejos, enseñanzas y apoyo incondicional.

A mi amigo Wilo, le agradezco por su apoyo en este trabajo.

A mis demás familiares, amigos y conocidos por la confianza que me han tenido durante mi formación académica.

Agradezco a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología y todos los docentes por las enseñanzas y formación recibida durante toda la carrera universitaria.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iii
APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	iv
DERECHOS DE AUTOR.....	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Antecedentes investigativos	1
1.1.1. Pitahaya.....	1
1.1.2. Películas comestibles	2
1.1.2.1. Películas de proteína.....	3
1.1.2.2. Películas de lípidos	3
1.1.2.3. Películas de polisacáridos.....	3
1.1.3. Función de las películas comestibles	3
1.1.4. Aplicación de las películas	4
1.2. OBJETIVOS	5
1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
CAPÍTULO II	6
METODOLOGÍA	6
2.1. Material y métodos.....	6
2.1.1. Deshidratación de la pitahaya.....	6
2.1.2. Elaboración de la película comestible	7
2.1.3. Análisis proximal.....	8
Ceniza	9
Proteína	10
Grasa	11

Fibra dietética total	11
Carbohidratos.....	12
2.1.4. Solubilidad.....	12
2.1.5. Calorimetría diferencial de barrido (DSC)	13
2.1.6. Prueba de tensión.....	13
2.1.7. Análisis microbiológico.....	13
2.1.8. Análisis sensorial.....	14
2.1.9. Análisis estadístico	14
CAPITULO III	15
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
3.1. Análisis proximal.....	15
3.2. Solubilidad.....	16
3.3. Calorimetría diferencial de barrido (DSC)	17
3.4. Prueba de tensión.....	18
3.6. Análisis microbiológico.....	19
3.7. Análisis sensorial.....	19
CAPITULO IV	21
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	21
4.1. Conclusiones.....	21
BIBLIOGRAFÍA.....	22
ANEXOS.....	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Funciones de una película comestible.....	4
Tabla 2. Aplicaciones de películas comestibles.....	5
Tabla 3. Resultados de análisis proximal en pitahaya deshidratada y la película comestible elaborada a partir de la pitahaya deshidratada	16

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de deshidratación de la pitahaya amarilla ...	7
Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de la película comestible de pitahaya	8

Figura 3. Fotografía de la película comestible elaborada a partir de pitahaya.....	17
Figura 4. Termograma obtenido para la película de pitahaya	18
Figura 5. Resultados del análisis sensorial de la película de pitahaya amarilla.....	20
Figura 6. Proceso de deshidratado de la pitahaya amarilla	29
Figura 7. Proceso de elaboración de la película comestible.....	30
Figura 8. Análisis de humedad y solubilidad de las películas elaboradas	31
Figura 9. Análisis organoléptico de las películas elaboradas.....	32

RESUMEN

Se elaboraron películas comestibles a base de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*), con 2,5 por ciento en peso de pitahaya deshidratada, 1 por ciento de glicerol, 1 por ciento de almidón de achira, usando el método de casting o moldeo, teniendo películas elaboradas con buenos parámetros fisicoquímicos, tomando en cuenta que existe mayor porcentaje de carbohidratos dentro de su composición, haciendo de la película levemente transparente, elástica y con excelente barrera al oxígeno, sin embargo, las propiedades de barrera contra la humedad tienden a ser bajas en este tipo de películas comestibles. En cuanto a las propiedades mecánicas la resistencia a la tracción fue de 0,006 más menos 0,0008 Mega pascales; la dureza de 5,72 más menos 0,77 Newton y la elongación de 5,13 más menos 0,87 milímetros. Con un resultado aceptable en cuanto al recuento microbiológico para aerobios mesófilos (5×10^4 a la cuarta Unidades Formadoras de Colonias por mililitro) y sin crecimiento de mohos y levaduras, se obtuvo una película con condiciones microbiológicas adecuadas para el consumo directo. Finalmente, los análisis organolépticos mostraron gran aceptación de la película elaborada principalmente en sabor y aceptabilidad general.

Palabras clave:

Pitahaya amarilla, películas comestibles, glicerol, almidón, recubrimiento comestible, ingeniería en alimentos.

ABSTRACT

Edible films based on yellow pitahaya (*Hylocereus megalanthus*) were made, with 2.5 percent by weight of dehydrated pitahaya, 1 percent glycerol, 1 percent achira starch, using the casting or molding method, having films made with good physicochemical parameters, taking into account that there is a higher percentage of carbohydrates within its composition, making the film slightly transparent, elastic and with an excellent oxygen barrier; however, the moisture barrier properties tend to be low in this kind of edible films. Regarding the mechanical properties, the tensile strength was 0.006 plus or minus 0.0008 Mega Pascals; the hardness of 5.72 plus minus 0.77 Newton and the elongation of 5.13 plus minus 0.87 millimeters. With an acceptable result in terms of the microbiological count for mesophilic aerobics (5×10 to the fourth Colony Forming Units per milliliter) and without growth of molds and yeasts, a film with adequate microbiological conditions for direct consumption was obtained. Finally, the organoleptic analyzes showed great acceptance of the film made mainly in taste and general acceptability.

Keywords:

Yellow dragon fruit, edible films, glycerol, starch, edible coating, food engineering.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

1.1.1. Pitahaya

La pitahaya es una planta del género *Hylocereus* (Cactaceae), que tiene un gran potencial económico para la agricultura. La historia data hacia tiempos ancestrales cultivándose principalmente en huertos familiares. Su cultivo en grandes extensiones de terreno es reciente, se estableció su primer cultivo en Nicaragua alrededor del año 1970, sin embargo, su expansión se dio después del año 1980 (**Martinez, 2006**). **Esquivel & Araya (2012)** menciona que desde el año 1980 se ha intentado cultivar cactus del género *Hylocereus*, *Selenicereus* y cactáceas de los géneros *Cereus* y *Stenocereus*. Los cactus trepadores del género *Hylocereus* proceden de regiones tropicales y subtropicales de América del Norte, Central y América del Sur, en Latinoamérica se la conoce como pitahaya o pitaya.

Según **Huachi et al., (2015)** el origen de la fruta es incierto, varios autores señalan que la fruta se encuentra distribuida en diferentes lugares, principalmente en países como Guatemala, México, Costa Rica, Colombia y Ecuador. En Ecuador se ha cultivado varias especies introducidas desde Colombia. Hace algunos años se ha identificado la especie *Cereus* sp. (Cactaceae) por el Banco Central del Ecuador (**Banco Central del Ecuador, 2012**). Por otro lado, la especie *Hylocereus megalanthus* que se cultiva en la región oriental del Ecuador, específicamente en el cantón Palora perteneciente a la provincia de Morona Santiago, que cuenta con aproximadamente 2.000 Ha de cultivo de las 3.000 Ha a nivel nacional (**El Universo, 2022**).

En Ecuador se conoce tres especies de pitahaya: *Hylocereus monacantus*, *Hylocereus undatus* y *Hylocereus megalanthus*. La última usada en el presente proyecto de investigación, posee cáscara amarilla con espinas, pulpa de color blanco y pequeñas semillas negras (**Muyulema, 2022**). *Hylocereus megalanthus* o por su nombre común pitahaya amarilla, es una planta tipo arbusto que puede medir hasta los dos metros, sus cladodios miden entre 50-150 cm de largo y 3-6 cm de ancho, posee entre 3-5 aristas que le dan una forma triangular, las flores tienen una tonalidad

blanco-amarillo que se encuentran debajo de las areolas, miden entre 20-25 cm **(Huachi et al., 2015)**.

Según **Verona et al., (2020)** la pitahaya debido a su contenido de betacianinas, es utilizada como fuente de colorantes naturales. Además, es una fruta con un gran contenido de compuestos bioactivos y nutricionales como: glucosa, vitaminas, betalaínas, fibra dietética soluble, minerales, fitoalbúminas y ácidos orgánicos **(Paredes et al., 2018)**. **Yoplac et al., (2021)** menciona que la pitahaya en su composición contiene vitamina C, fibra, carbohidratos, minerales y aproximadamente 80% de agua, composición que no se encuentra en otras frutas, por lo cual es considerada un aliento funcional. La importancia de la pitahaya se centra en su composición nutricional que se encuentra presente en sus semillas, pulpa, cascara y tallo, con valores nutricionales representativos, pues la presencia de mucílagos, glucósidos, ácidos orgánicos, agua, calorías, ácido ascórbico, carbohidratos, fibras cenizas, grasa, niacina, fósforo, proteínas, tiamina, riboflavina, vitamina C y vitamina A, favorece tanto en la formación de huesos, colágeno, dientes, glóbulos rojos, además en la absorción de hierro y su efecto laxante **(Arevalo, 2020)**.

1.1.2. Películas comestibles

Una película comestible se define como la capa o varias capas delgadas de materiales que pueden ser consumidos y a la vez pueden tener varias funciones como la de barrera hacia la transferencia de agua, solutos alimenticios y gases **(Yu, 2004)**. Según **Solano et al. (2011)** una película es una capa delgada de un material comestible, que se forma por separado y se coloca en una superficie nivelada para su posterior aplicación. Las películas comestibles están conformadas por una capa fina de material polímero comestible que recubre alimentos, de tal forma que retarda la descomposición y mejora el color del alimento **(González, 2016)**.

Las películas comestibles se pueden elaborar a partir de proteínas, polisacáridos y lípidos.

1.1.2.1. Películas de proteína

La proteína favorece a la elaboración de películas comestibles debido a su biodegradabilidad y a que suplementa el valor nutritivo del alimento (**Montalvo, López Malo, et al., 2012**). Según **Téllez et al., (2017)** las películas que estén formadas con un biopolímero como la proteína poseen buenas barreras mecánicas, pero con escasa barrera hacia la humedad, debido a su hidrofiliidad. **Yu, (2004)** menciona que las películas de proteínas tienen buena adhesión a superficies con hidrofiliidad, sin embargo, en cuanto a la difusión de agua no tienen buena resistencia.

1.1.2.2. Películas de lípidos

Las películas a base de lípidos se aplican debido a sus buenas propiedades hidrofílicas, de tal forma que adquieren resistencia a la permeabilidad de vapor de agua y evitan que exista pérdida de humedad (**Pavón, 2015**). **Fernández et al., (2015)** menciona que la falta de integridad y cohesividad de las películas a base de lípidos, presentan escasas propiedades mecánicas, teniéndose películas quebradizas, sin embargo, al reducir la deshidratación, la transpiración, mejorar el brillo y apariencia de un alimento, se toman en cuenta para el uso en alimentos.

1.1.2.3. Películas de polisacáridos

Yu, (2004) menciona que las películas a base de polisacáridos poseen propiedades de barrera hacia los gases, además se pueden adherir fácilmente a superficies de frutas o vegetales, sin embargo, no poseen buena barrera hacia la humedad. Según **Mederos et al., (2020)** los polisacáridos forman redes moleculares que cohesionan debido a su alta interacción molecular, proporcionando buenas capacidades mecánicas y de barrera contra el dióxido de carbono (CO₂) y el oxígeno (O₂), de tal forma que reduce el tiempo de envejecimiento de los alimentos.

1.1.3. Función de las películas comestibles

Según **Montalvo et al., (2012)** la permeabilidad a solutos y vapor de agua, la permeabilidad selectiva a gases y compuestos volátiles y el control en la pérdida de

las características organolépticas en el alimento, son algunas de las funciones que poseen las películas comestibles. Sin embargo, **Yu ,(2004)** menciona que la principal función de una película comestible es la reducción de la pérdida de humedad, tomando en cuenta que se debe mantener los niveles de actividad de agua (a_w) ya que es un parámetro importante en cuanto a la seguridad y calidad del alimento. En la Tabla 1 se muestran algunas de las funciones que desempeñan las películas comestibles que son aplicadas en alimentos.

Tabla 1. Funciones de una película comestible (**Yu, 2004**)

Función
Reducción a la pérdida de humedad
Reducción al transporte de gases
Mejora las propiedades organolépticas, mecánicas y manejo de los alimentos
Retención de componentes volátiles
Reducción del transporte de solutos
Contención de aditivos alimentarios
Provee integridad estructural a los alimentos

1.1.4. Aplicación de las películas

La aplicación de películas comestibles en alimentos reduce la pérdida de masa y envejecimiento, además de incrementar la vida útil del mismo (**Abdi et al., 2017**). Según **Mederos et al., (2020)** los alimentos en los que se han empleado películas comestibles con gran aceptabilidad en cuanto a conservación son: el mango (*Mangifera indica* L.), el pepino (*Cucumis sativus* L.), la guayaba (*Psidium guajava* L.), entre otros. En la Tabla 2 se muestran las diferentes aplicaciones que tienen las películas comestibles en alimentos.

Tabla 2. Aplicaciones de películas comestibles (Solis, 2016)

Función	Aplicación
Reducción del crecimiento microbiano	Alimentos con humedad intermedia
Protección de superficies de la absorción de grasa	Fruta deshidratada, congelados, cubos de queso
Mejorar el color, sabor	Alimentos diversos
Mejorar las propiedades mecánicas	Camarones, Cacahuates
Mejorar la apariencia de alimento	Frutas, Botana, Productos de panificación
Controla el balance de humedad	Pizza, pasteles, sándwiches

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar películas comestibles a partir de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*).

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar una formulación para elaborar una película comestible a base de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*).
- Determinar las propiedades fisicoquímicas de las películas comestibles elaboradas.
- Determinar las propiedades organolépticas de las películas comestibles elaboradas.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Material y métodos

2.1.1. Deshidratación de la pitahaya

Recepción: Se seleccionó la fruta con las mejores características organolépticas, sin daños mecánicos, que no muestre rastros de descomposición, con un estado de madurez 4.

Lavado: El lavado se realizó por inmersión y aspersion, eliminando la mayoría de macro contaminantes que se encontraban en la fruta.

Pelado: Se retiró la cáscara con un cuchillo teniendo cuidado de las espinas que se encuentran en la parte superficial de la fruta.

Rebanado: Se realizó cortes de aproximadamente 5 mm de grosor para un procesamiento uniforme.

Distribuido: Se distribuyó las rebanadas de pitahaya con una separación de 1 cm en las bandejas del deshidratador.

Deshidratado: Se deshidrató la pitahaya a una temperatura de 60 °C por 24 horas en un deshidratador por convección (Cabela's, Canadá).

Enfriado: Se enfriaron hasta llegar a temperatura ambiente.

Empacado: Se envasó en fundas herméticas de polietileno para evitar cualquier tipo de contaminación.

En la figura 1 se muestra un diagrama de flujo del proceso descrito anteriormente.

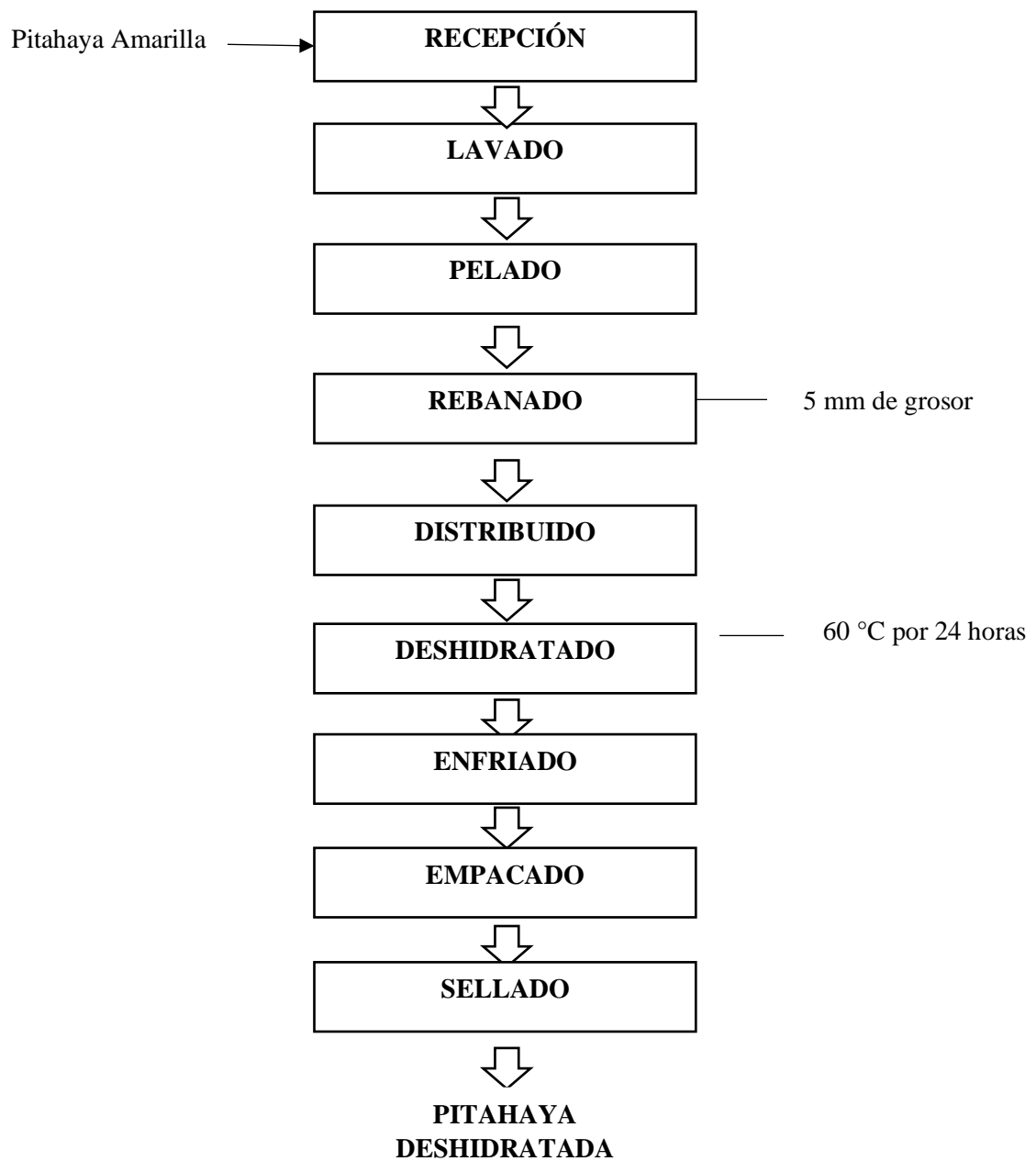


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de deshidratación de la pitahaya amarilla

2.1.2. Elaboración de la película comestible

Las películas se elaboraron en base a la metodología propuesta por **Arancibia, (2014)**, la cual se basa en la técnica de moldeo o “casting”. Para ello se trituró la pitahaya deshidratada (P.A) y se pesaron 25 g los cuales fueron suspendidos en 1000 ml de agua destilada, la solución se mezcló y trituró con ayuda de un robot de cocina (Thermomix, EE.UU.) a 40 °C por 15 min a 2675 rpm. La suspensión se dejó reposar por 24 h, posteriormente se filtró las semillas, se agregó 10 g de almidón de achira y

se homogenizó a 70 °C por 10 min a 2675 rpm, se adicionó 10 g de glicerol y se mezcló con un agitador mecánico vertical (IKA, China). Cuando la temperatura de la suspensión alcanzó los 50 °C, se pesó 52 g y se agregó en una placa Petri (56,74 cm²), finalmente se secó en un deshidratador por convección a 60 °C por 24 h. Las muestras secas se mantuvieron acondicionadas a una humedad relativa (58%, HR) en un desecador con una solución saturada de NaBr (Figura 2).

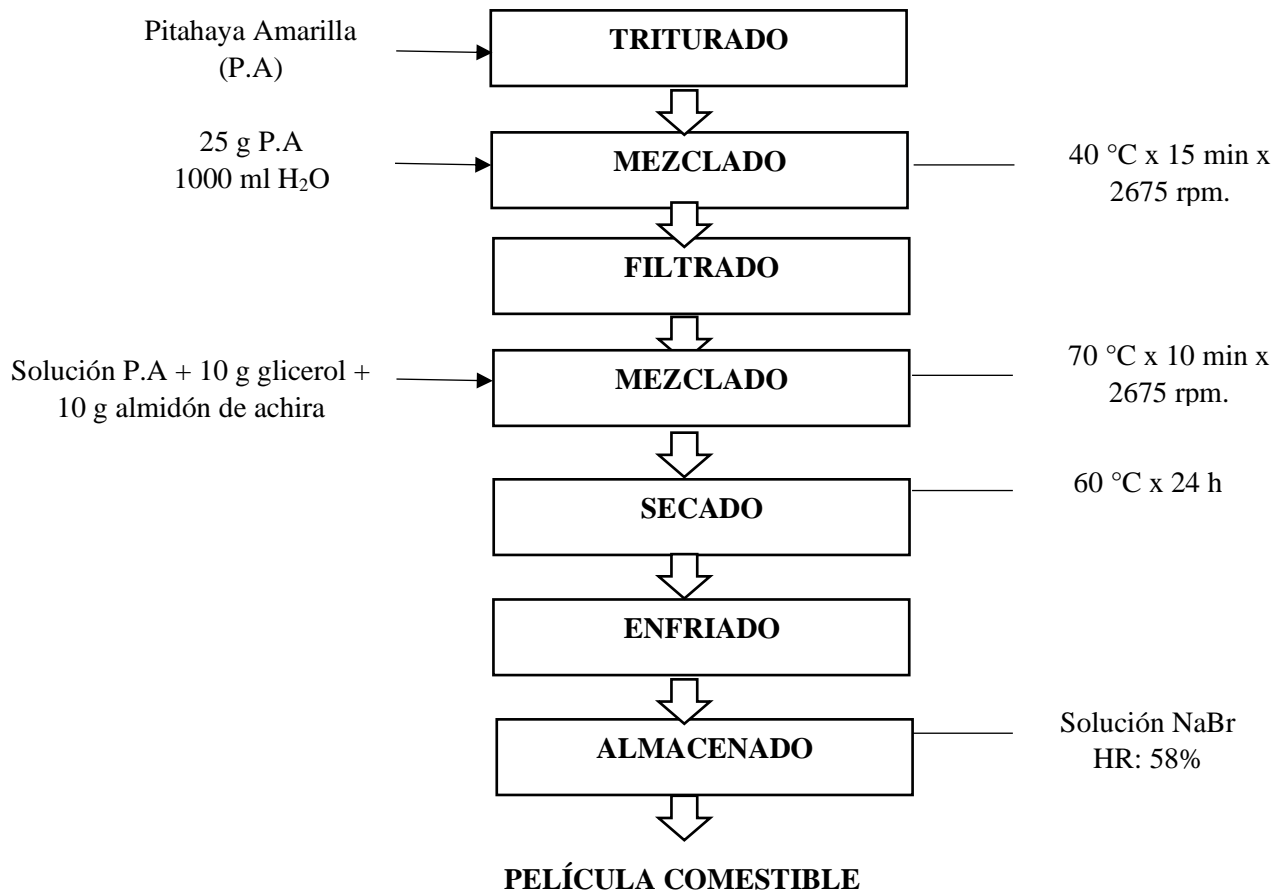


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de la película comestible de pitahaya

2.1.3. Análisis proximal

Los análisis se realizaron tanto en la pitahaya deshidratada utilizada para la elaboración de las películas como en las películas elaboradas.

Humedad

Se pesaron 10 g de muestra y se secó a 110 °C en una estufa (VWR, España), hasta peso constante, el ensayo se realizó por triplicado. Los valores obtenidos se utilizaron para el cálculo de humedad conforme la siguiente ecuación (AOAC 930.15, 2000):

$$\%Materia\ Seca = \frac{P_f - P_v}{P_m} * 100$$

$$\%Humedad = 100 - \% Materia\ seca$$

Donde:

P_f : Peso final de la placa

P_v : Peso de la placa vacía

P_m : Peso de la muestra

Ceniza

El ensayo se realizó según la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 520, 1980), con la muestra ya acondicionada, se calentó el crisol vacío en una mufla a 550 °C, durante 30 min. Luego se enfrió en el desecador y se pesó con una proximidad de 0,1 mg. Se transfirió el crisol y se pesó 5 g de muestra. Se colocó el crisol con la muestra cerca de la puerta de la mufla abierta y se mantuvo así durante algunos minutos, con el fin de evitar pérdidas del material. Ya acondicionada la muestra se dejó en la mufla a 550 °C hasta que se formaron cenizas de color gris claro. Posteriormente se colocó el crisol de la mufla en un desecador hasta enfriar para su posterior registro de peso. El contenido de cenizas se realizó por triplicado y se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\% ceniza = \frac{C_3 - C_1}{C_2 - C_1} * 100$$

Donde:

C_1 : Peso del crisol vacío (g)

C_2 : Peso del crisol + muestra (g)

C_3 : Peso del crisol + ceniza (g)

Proteína

Se pesó 0,1 g de muestra, posteriormente se colocó en un balón Kjeldahl, se pesó 1 g de catalizador para añadir al balón que ya contiene la muestra. Se adicionó 3 ml de ácido sulfúrico y se agitó. Posteriormente se llevó el balón al digestor hasta que se observó una tonalidad verde esmeralda. Luego se enfrió la solución para proceder a destilar. En un matraz Erlenmeyer se adicionó 5 ml de ácido bórico al 4%, luego 3 gotas de rojo de metilo, en este punto se obtuvo el destilado el cual llegó a los 50 ml, observándose una coloración amarilla. Para finalizar se tituló con ácido clorhídrico 0.1N, hasta que se observó una coloración rojo grosella (**Gastelo & Neciosup, 2016**). Se registró los ml gastados para los respectivos cálculos en las siguientes ecuaciones:

$$\% N = \frac{V * N * Meq}{Peso\ de\ la\ muestra} * 100$$

$$\% P = \% N * F$$

Donde:

V: mL gastados en la titulación.

N: Normalidad del ácido clorhídrico.

Meq: Miliequivalente del nitrógeno (0.014).

%N: Porcentaje de nitrógeno.

%P: Porcentaje de proteína.

F: Factor de conversión del nitrógeno a proteína.

Grasa

Se pesó 5 gramos de la muestra previamente desecada y se armó el cartucho. Posteriormente se colocó en el centro del soxhlet. Después se secó un matraz de 250ml en una campana de desecación se pesó y se adaptó al extractor. Se colocó el matraz de 80 ml de éter de petróleo, y se adaptó al soxhlet, se extrajo el reflujó durante 5 h. Después se destiló el éter, se colocó en el matraz y el contenido en una estufa a una temperatura de 105 °C por 3 h. Se dejó enfriar el matraz y se pesó el contenido, finalmente se vuelve el matraz y el contenido a la estufa por 30 min, hasta un peso constante. Para calcular el contenido de grasa se usó la siguiente ecuación (AOAC 920.39, 1990):

$$\% \text{ Grasa} = \frac{P_1 - P_2}{P} * 100$$

Donde:

P_1 : Peso del residuo de grasa

P_2 : Peso del matraz vacío

P : Peso de la muestra

Fibra dietética total

Se pesó 1 g de la muestra obtenida durante la extracción de grasa, colocando en un vaso de precipitación de 500 ml, luego se adicionó 200 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 1,25%, se calentó hasta llegar a ebullición durante 30 minutos, posteriormente se pesó el papel filtro y se colocó en el equipo de filtración, La filtración se realizó con un embudo Bush previamente instalado en un matraz, una vez lavado con agua destilada se neutralizó la acidez.

En la segunda digestión se añadió 200 ml de NaOH a 1,25% para llevar a ebullición por 30 minutos. Después se realizó un filtrado al vacío y se lavó con agua destilada, posteriormente en la estufa se llevó a 105 °C por 2 horas. Pasado el tiempo se retiró

de la estufa y al desecador por 10 minutos, se pesó y se registró el peso 1. Finalmente se lleva a la mufla a una temperatura de 550 °C por 4 horas, para obtener el peso 2 (**Gastelo & Neciosup, 2016**).

Para el cálculo de fibra se usó la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Fibra} = \frac{\text{Peso de residuo} - \text{Peso de Ceniza}}{\text{Peso de muestra}} * 100$$

Carbohidratos

La determinación de carbohidratos se realizó por diferencia después de completar los análisis de proteína, grasa, ceniza y fibra, usando la siguiente ecuación (**Salvatierra, 2015**):

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (\% H + \% P + \% F + \% C + \% G)$$

Donde:

%H: Porcentaje de humedad.

%P: Porcentaje de proteína.

%F: Porcentaje de fibra.

%C: Porcentaje de Ceniza.

%G: Porcentaje de grasa.

2.1.4. Solubilidad

Se determinó utilizando una muestra de 3 x 3 cm, previamente pesada y sumergida en agua destilada. Se mantuvo en agitación durante 1 hora a 20 °C. Se filtró y en el residuo sólido se determinó la humedad como se describió en 2.1.3., luego se calculó la solubilidad mediante la siguiente ecuación (**Vasco et al., 2016**). Los ensayos se realizaron por triplicado:

$$S(\%) = \frac{\text{Peso seco inicial} - \text{Peso seco final}}{\text{Peso seco inicial}} * 100$$

2.1.5. Calorimetría diferencial de barrido (DSC)

El análisis DSC se realizó con el método descrito por **Arancibia (2014)**. Se usó un calorímetro diferencial (DSC 3, Mettler Toledo, España). Se pesó una muestra de 10 a 15 mg de la película en un crisol de aluminio. Los crisoles fueron sellados herméticamente y colocados en un equipo de calorimetría diferencial de barrido DSC (Mettler-Toledo, España). En el ensayo se utilizó un crisol vacío como referencia. La muestra y la referencia fueron analizadas con un barrido de temperatura desde 25 °C a 200 °C y de 200 °C a 25 °C. El barrido se llevó a cabo en atmósfera de nitrógeno inerte (50 mL/min). La velocidad de rampa de calentamiento fue de 10 Kmin⁻¹. Los ensayos se realizaron por triplicado.

2.1.6. Prueba de tensión

Las pruebas de tensión se realizaron con el método estándar D882. Las muestras se cortaron en rectángulos de 50 mm y 20 mm de largo y ancho respectivamente. Previamente acondicionadas las muestras durante 24 h a humedad relativa de 52% en una desecador con una solución saturada de NaBr. Las muestras se colocaron en mordazas de retención del texturómetro (Brookfield CT3, EE. UU.). Con una separación inicial entre mordazas de 32 mm y con una velocidad de deformación de 0.5 mm/s (**Viteri, 2020**).

2.1.7. Análisis microbiológico

En las películas elaboradas se realizó el recuento de microorganismos aerobios mesófilos, mohos y levaduras mediante la siembra superficial en medios de cultivo: agar para métodos estándar y agar rosa bengala cloranfenicol, respectivamente. Para ellos, se pesó 10 gr de las películas elaboradas y se añadió 90 ml de agua de peptona estéril en una bolsa con filtro, luego se homogenizó (Stomacher® 400 Circulator, EE. UU.) durante 30 segundos a 230 rpm. Se prepararon las respectivas diluciones y las placas para la siembra, en las placas se añadieron 20 ml de agar y se realizó tres réplicas, se sembró 100 µl en superficie. Una vez sembrado se incubaron las placas a

26 °C por 7 días para mohos y levaduras y a 37 °C por 48 h para aerobios mesófilos. El recuento de microorganismos se realizó en un cuenta colonias (Boeco, Alemania) tomando como consideración placas que tuvieron entre 30-300 colonias.

Para el cálculo de UFC/ml se usó la siguiente ecuación:

$$\frac{ufc}{ml} = \frac{N^{\circ} colonias * FDD}{V}$$

Donde:

N° colonias: El número de colonias

FDD: Factor decimal de dilución

V. siembra: Volumen de siembra

2.1.8. Análisis sensorial

Se realizó una evaluación sensorial con un grupo de 15 catadores semientrenados que probaron las muestras siguiendo una prueba descriptiva cuantitativa. Cada panelista recibió una muestra y una encuesta (Anexo A) elaborada a partir de una escala hedónica para describir las características de aroma, sabor, textura y color, donde con mayor aceptación se usó “muy agradable” y de menor aceptación se usó “muy desagradable” (Domínguez, 2007).

2.1.9. Análisis estadístico

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software Statistical Package for the Social Sciences versión 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EE. UU.). Los resultados obtenidos del presente estudio se representan como los valores medios de tres réplicas individuales \pm la desviación estándar.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis proximal

Fruta deshidratada

Los resultados que se observan en la Tabla 3, muestran la composición fisicoquímica de la pitahaya deshidratada cuyos valores fueron superiores a los obtenidos por **Cañamero & Arévalo, (2014)** en lo que respecta a proteína (7,42% vs 4,63%), fibra (18,4% vs 14,36%) y ceniza (1,75% vs 0,86%), probablemente relacionado con la zona de cultivo. En lo que respecta a la humedad la pitahaya deshidrata mostró valores del 17% en comparación con lo documentado en la literatura científica que es de alrededor del 15%. **Ventrea et al., (2007)** observó que la fibra se encuentra tanto en la pulpa como en la cáscara de la pitahaya, de ahí que la ingesta de este compuesto incrementa el bolo alimenticio, disminuyendo el tiempo del tránsito fecal, de esta forma se reduce el estreñimiento, incluso reduce los niveles de glucosa en la sangre, el colesterol, el valor calórico y previene enfermedades como el cáncer de colon.

En otros estudios, **Santarrosa, (2013)** obtuvo resultados de contenido de cenizas de 1,75% en pitahaya deshidratada (*Hylocereus triangularis*), resultado similar al obtenido en la presente investigación. Según **Camacho, (2008)** las variaciones en la composición pueden estar relacionadas con las semillas, es decir, si estas formaban parte de fracción comestible del producto final. En cuanto a la proteína un valor alto se debe a que las semillas aportan componentes con base a nitrógeno (**Cañamero & Arévalo, 2014**).

Película comestible a base de pitahaya

La humedad de las películas fue de $22,58 \pm 1,35$ (Tabla 3), similar a películas elaboradas a partir de mucilago de pitahaya roja en el intervalo de 21,3–32,4% (**López et al., 2023**) y películas de mucílago de *Opuntia ficus-indica* (**Gheribi et al., 2018**), con un contenido de humedad de 35,80%. Sin embargo, no se ha encontrado

en la literatura científica una película de pitahaya caracterizada desde el punto de vista de su composición proximal.

En la Tabla 3 se puede observar que existe una disminución en la mayoría de los parámetros analizados en comparación con la fruta deshidratada, esto se debe a que se utiliza una proporción menor de materia deshidratada para la elaboración de las películas, sin embargo, en el caso de los carbohidratos existe un incremento (66,90%) esto debido a que en el proceso de elaboración de la película se añade almidón de achira, el mismo que es un carbohidrato. **Aguilar, (2005)** menciona que una película a base de carbohidratos se caracteriza por ser clara, transparente, elástica y con excelente barrera al oxígeno, sin embargo, las propiedades de barrera contra la humedad son bajas.

Tabla 3. Resultados de análisis proximal en pitahaya deshidratada y la película comestible elaborada a partir de la pitahaya deshidratada

Análisis	Pitahaya deshidratada (%)	Película comestible (%)
Humedad	17,41 ± 1,08	22,58 ± 1,35
Ceniza	1,75 ± 0,20	1,00 ± 0,02
Proteína (N*0,25)	7,42 ± 0,05	2,84 ± 0,05
Grasa	2,31 ± 0,05	0,84 ± 0,05
Fibra dietética total	18,40 ± 0,05	5,83 ± 0,05
Carbohidratos*	52,71 ± 0,06	66,90 ± 0,07

* Por diferencia. Resultados promedio n = 3. ± Desviación estándar

3.2. Solubilidad

El porcentaje de solubilidad de la película fue elevado con un valor de 70,65 ± 0,73, pero menores a los observados en películas de mucílago de pitahaya que estuvieron alrededor de 98.23–99.08% (**López et al., 2023**). Según **Ahumada, (2016)** la estructura de las proteínas no se estabilizó durante el proceso de elaboración, obteniéndose un porcentaje de solubilidad alto. Por otra parte, los carbohidratos tienden a espesar o gelificar soluciones, permitiendo que las películas obtengan características plásticas, transparentes y con alta solubilidad (Figura3) (**Palma,**

2016), esta última se evidencia en la Tabla 3 a través del contenido de carbohidratos dentro de la composición de la película elaborada, lo que da como resultado un alto porcentaje de solubilidad. Una solubilidad se considera baja cuando existe retención de agua dificultando el acceso a grupos hidrofílicos (Montalvo, López, et al., 2012). Sin embargo, una solubilidad alta puede tener ventajas durante la cocción de alimentos recubiertos de películas comestibles o consumo directo (Anchundia et al., 2016).

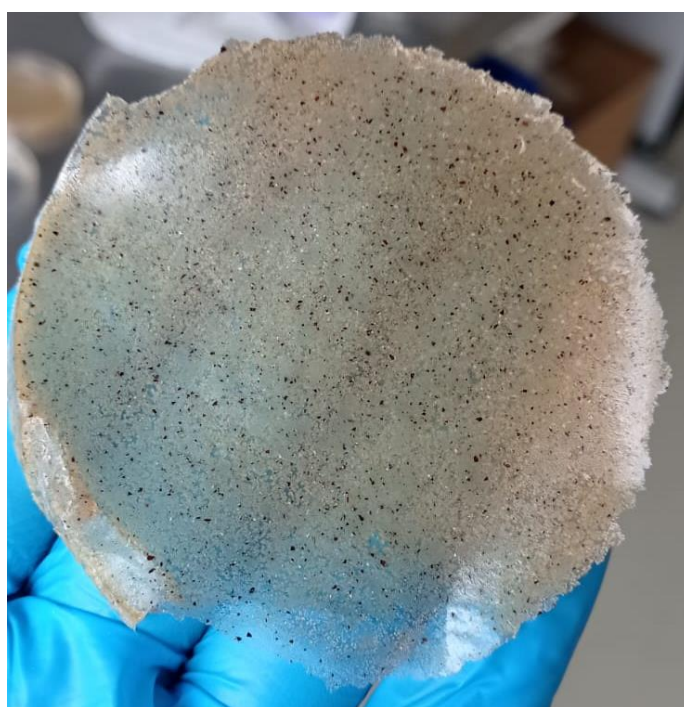


Figura 3. Fotografía de la película comestible elaborada a partir de pitahaya

3.3. Calorimetría diferencial de barrido (DSC)

El termograma de la película de pitahaya se puede observar en la Figura 4. El primer evento térmico ocurre entre el barrido de 25 y 200 °C (pico 125 °C), con una entalpía de 8,5 J/g. Este evento se atribuyó a la pérdida de agua estructural, lo cual está de acuerdo con la naturaleza hidrofílica de los grupos funcionales del polisacárido principal presente en la pitahaya y el almidón utilizado (Alpizar et al., 2017). El segundo evento ocurrió entre 200 y 25 °C (pico 165 °C). Este evento se atribuyó a la

reconformación del esqueleto del polisacárido que no se observa durante el calentamiento debido al agua estructural presente en la película. Se observó un comportamiento térmico similar para el mucílago extraído de la cáscara de la fruta *Opuntia dillenii haw* (Gheribi et al., 2019) y en piel y mucílago de pitahaya (Otálora et al., 2023).

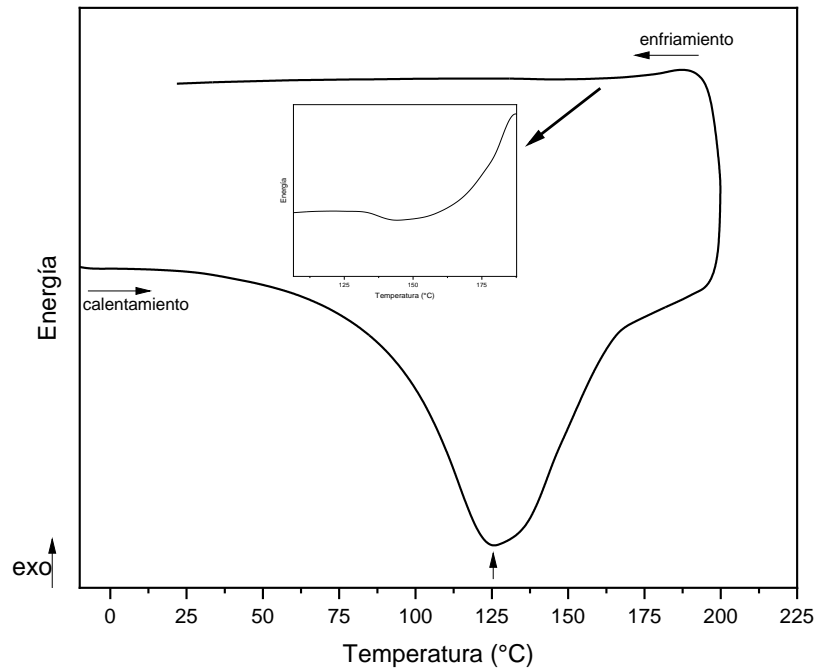


Figura 4. Termograma obtenido para la película de pitahaya

3.4. Prueba de tensión

La resistencia a la tracción es un indicador importante de las propiedades mecánicas de las películas ya que permite identificar la tensión máxima desarrollada en una película durante la prueba de tracción (Gennadios et al., 1994). La dureza es una medida de la resistencia a la deformación o impacto, rayado y desgaste (Pintado et al., 2009). La elongación indica la capacidad de estiramiento de una película en su longitud antes de romperse (Park & Zhao, 2004; Srinivasa et al., 2007). De cara a los resultados obtenidos, la resistencia a la tracción fue de $0,006 \pm 0,0008$ MPa; la dureza de $5,72 \pm 0,77$ N y la elongación de $5,13 \pm 0,87$ mm. Valores similares a los

obtenidos por **López et al., (2023)** en películas con base a mucílago de pitahaya. La resistencia podría estar relacionada con una mayor interacción entre los polímeros dentro de la matriz de las películas, mucílago y almidón, lo que da lugar a una estructura compacta (**Sood & Saini, 2022**). La resistencia a la tracción se ve significativamente afectada por los enlaces intra e intermoleculares de la red, la concentración de componentes, los constituyentes de la película y el método de preparación (**Sood & Saini, 2022**). En cuanto a la fuerza de tensión se obtuvo valores relativamente bajos de 0.006 MPa, probablemente por la presencia de zonas de interfase entrecruzadas y entre las regiones altamente entrecruzadas, que genera una disminución en la tensión de ruptura (**Famá et al., 2003**).

3.6. Análisis microbiológico

Los resultados del recuento microbiológico para aerobios mesófilos fueron de $2,36 \times 10^4$ UFC/g. Según **Solórzano, (2015)** un valor aceptable para aerobios mesófilos es de 5×10^4 (UFC/ml), sin embargo, **Amazará & Quintero, (2022)** indica que un recuento alto de aerobios mesófilos no es necesariamente un indicador de flora patógena. En lo que respecta a mohos y levaduras no hubo crecimiento lo que sería un buen indicador del proceso de deshidratado y elaboración de la película comestible se mantuvo en condiciones adecuadas.

3.7. Análisis sensorial

Los resultados del análisis sensorial de la película elaborada se muestran en la Figura 5. En lo que respecta al sabor y aceptabilidad general se alcanzó una puntuación de 4, en lo que respecta a color, olor y textura se alcanzó una puntuación de 3. Estos resultados muestran que la película puede ser utilizada para consumo. La textura con la puntuación de 3, hace referencia a la flexibilidad, característica que facilitaría una posterior aplicación como matriz de soporte en otras aplicaciones.

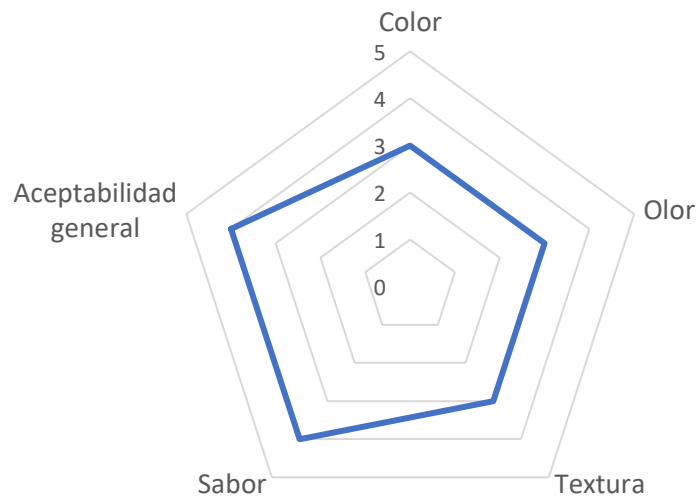


Figura 5. Resultados del análisis sensorial de la película de pitahaya amarilla

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se desarrolló una película comestible a partir de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*), usando la técnica de moldeado o “casting”, utilizando 2,5% en peso de pitahaya deshidratada, 1% de glicerol y 1% de almidón de achira.
- Se determinaron las propiedades fisicoquímicas de las películas comestibles, haciendo énfasis en el análisis proximal, las películas contribuyen con proteína, carbohidratos, cenizas y fibra. Además, son solubles en agua y presentan moderadas propiedades resistencia a la tensión, lo que las convierte en una matriz ideal para consumo directo permitiendo así que la capacidad laxativa de la pitahaya pueda estar disponible a través de una forma de consumo diferente.
- Las propiedades organolépticas mostraron resultados alentadores en cuanto al sabor, olor y textura, esto indica que la pitahaya puede ser utilizada como materia prima para la elaboración de películas comestibles con interesantes aplicaciones nutraceuticas.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdi, S., Roein, Z., Erfanimoghadam, J., & Aziznia, S. (2017). *Application of Pectin Coating Containing Essential Oil for Increasing Quality of Strawberry Fruit*. 4(05), 83–94. <https://www.redalyc.org/journal/1932/193266151009/html/#B9>
- Aguilar, M. (2005). *Propiedades físicas y mecánicas de películas biodegradables y su empleo en el recubrimiento de frutos de aguacate*. https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/10573/1/PTA_M_20050624_001.pdf
- Ahumada, G. (2016). Diseño y caracterización de películas comestibles con actividad antioxidante utilizando materiales no convencionales. *Instituto Politecnico Nacional*, 76. <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/25047/GUADALUPE AHUMADA PÉREZ.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Alpizar, E., Carrillo, N., Gallardo, R., Valera, V., Alvarez, J., & Perez, A. (2017). Functional properties and physicochemical characteristics of tamarind (*Tamarindus indica* L.) seed mucilage powder as a novel hydrocolloid, *J. Food Eng.*, 209, 68–75.
- Amazará, E., & Quintero, Y. (2022). *Microbiología de alimentos recuento de los microorganismos aerobios mesófilos*. https://www.researchgate.net/publication/361449495_MICROBIOLOGIA_DE_ALIMENTOS_RECUESTO_DE_LOS_MICROORGANISMOS_AEROBIOS_MESOFILOS#:~:text=Los aerobios mesófilos son un,C y 40 °C.&text=dilución con 90 ml de,agitamos para homogenizar la muestra.
- Anchundia, K., Santacruz, S., & Coloma, J. (2016). *Caracterización física de películas comestibles a base de cáscara de plátano (*Musa Paradisiaca*)*. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182016000400009&lng=en&nrm=iso&tlng=en7-75182016000400009&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- AOAC920.39. (1990). *determinación-grasa-método-soxhlet-aplicó-fundamento-aoac-pesa*. <https://1library.co/article/determinación-grasa-método-soxhlet-aplicó-fundamento-aoac-pesa.q5mg8dry>

AOAC930.15. (2000). *DETERMINACIÓN DE HUMEDAD*. 2–5.

Arancibia, M. (2014). *Recubrimientos activos procedentes de recursos infrautilizados y residuos de la industria para su aplicación en agroalimentación*. 471. <https://core.ac.uk/download/pdf/33103567.pdf>

Arevalo, A. (2020). *Actividad laxante del *Hylocereus megalanthus* (Pitahaya amarilla) frente al *Hylocereus monacanthus* (Pitahaya roja) en *Mus musculus* (Ratones Albinos)*. <https://repositorio.uroosevelt.edu.pe/handle/ROOSEVELT/292>

Banco Central del Ecuador. (2012). *Comercio exterior - bce*. http://www.portal.bce.fin.ec/%0Avto_bueno/seguridad/ComercioExteriorEst.jsp

Camacho, A. (2008). *Producto deshidratado a base de pitahaya (*Cereus triangularis*)* [Escuela Politécnica Nacional]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3087/1/56T00424.pdf>

Cañamero, C., & Arévalo, M. (2014). *Pitahaya (*Hylocereus undatus*), deshidratada por ósmosis en Algarrobina* [Universidad Nacional “José Faustino Sánchez Carrión”]. <https://docplayer.es/57837028-Tesis-pitahaya-hylocereus-undatus-deshidratada-por-osmosis-en-algarrobina.html>

Domínguez, M. R. (2007). Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos. *Instituto de Investigación Nutricional–IIN Consultora-AgroSalud*, 2–45. www.iin.sld.pe

El Universo. (2022). Ecuador exportó 17.895 toneladas de pitahaya en 2021, 60 % más que en 2020. *February* 3. <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/ecuador-exporto-17895-toneladas-de-pitahaya-en-2021-60-mas-que-en-2020-nota/%0D>

Esquivel, P., & Araya, Y. (2012). Características del fruto de la pitahaya (*Hylocereus* sp.) y su potencial de uso en la industria alimentaria. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/41304127/Esquivel_Patricia_y_Araya-Quesada_RVCTA-V3N1-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1669853179&Signature=I8PLLzEqBsWMUIKWUqkAHlatiiM

A7cE90JUYzLHgOUIHpTb5Wqa04TN1Q6aaCCZ4o4UffGP3xbo1frRsJSQV9
oGouNPjmqcsbd-u~PCpKm8GDKW

Famá, L., Rojas, A., Goyanes, S., & Gerschenson, L. (2003). *Películas comestibles de aplicación industrial*. https://www.researchgate.net/profile/Ana-Rojas-9/publication/266464981_PELICULAS_COMESTIBLES_DE_APLICACION_INDUSTRIAL/links/54c245d90cf256ed5a8c8c7d/PELICULAS-COMESTIBLES-DE-APLICACION-INDUSTRIAL.pdf

Fernández, D., Bautista, S., Fernández, D., Ocampo, A., García, A., & Falcón, A. (2015). Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas. In *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas* (Vol. 24, Issue 4, p. 1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03002006000300003&script=sci_arttext%5Cnhttp://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03002006000300003&script=sci_arttext

Gastelo, L., & Neciosup, I. (2016). *FORMULACIÓN DE UNA PELÍCULA Y UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLES A PARTIR DEL APROVECHAMIENTO DE LACTOSUERO VACUNO EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE*. <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/864/BC-TES-4007.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gennadios, A., Weller, C., & Gooding, C. (1994). *Gooding Measurement errors in water vapor permeability of highly permeable, hydrophilic edible films*.

Gheribi, R., Habibi, Y., & Khwaldia, K. (2019). Prickly pear peels as a valuable resource of added-value polysaccharide: Study of structural, functional and film forming properties. *Int. J. Biol. Macromol*, 126, 238–245.

Gheribi, R., Puchot, L., Verge, P., Jaoue, N., Grayaa, D., Mezni, M., & Habibi, Y. (2018). *Development of plasticized edible films from Opuntia ficus-indica mucilage: A comparative study of various polyol plasticizers*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.02.085>

González, W. J. (2016). Las películas comestibles y su importancia en la Industria de alimentos |. *Cencia PR*, 2–5. <https://www.cienciapr.org/es/external-news/las->

películas-comestibles-y-su-importancia-en-la-industria-de-alimentos-0

- Huachi, L., Yugsi, E., Paredes, María Fernanda Coronel, D., Verdugo, K., & Coba Santamaría, P. (2015). DESARROLLO DE LA PITAHAYA (*Cereus SP.*) EN ECUADOR. *La Granja. Revista de Ciencias de La Vida*, 22(2), 50–58. <https://doi.org/10.17163/lgr.n22.2015.05>
- López, A., Barriada, L., Rodríguez, J., & Méndez, L. (2023). *Characterization of pitahaya (Hylocereus undatus) mucilage-based films*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100266>
- Martinez, R. C. (2006). Aprovechamiento de la pitahaya : Bondades y problemáticas. *Caos Conciencia*, 1(1), 17–24. http://dci.uqroo.mx/RevistaCaos/2006_Vol_1/Num_1/RCvol_I_17-24_2006.pdf
- Mederos, Y., Bernabé, P., & Ramírez, M. (2020). Películas basadas en polisacáridos como recubrimientos biodegradables y su empleo en la postcosecha de los frutos. In *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas* (Vol. 41, Issue 4, p. 1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362020000300009
- Montalvo, C., López, A., & Palou, E. (2012). *Películas comestibles de proteína: características, propiedades y aplicaciones*. <https://silو.tips/download/películas-comestibles-de-proteína-características-propiedades-y-aplicaciones>
- Montalvo, C., López Malo, A., & Palou, E. (2012). Películas comestibles de proteína: características , propiedades y aplicaciones. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 2, 32–46. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38006890/formacion_de_films-libre.pdf?1435280307=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DPelículas_comestibles.pdf&Expires=1672868906&Signature=T5RQgobPT6SqzgNSyVmOt10y9R-mDnfiHEjfRziewC2D4h1XRp6vAQDT6loTn~
- Muyulema, Y. (2022). *Efecto de la aplicación de ozono gaseoso en la conservación postcosecha de la pitahaya amarilla (Hylocereus megalanthus)*. 8.5.2017. https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36543/1/CAL_019.pdf

- NTE INEN 520. (1980). Cenizas de Origen Vegetal. *Propiedades Funcionales Del Almidon de Sagu (Maranta Arundinacea)*, 12(2), 90–96.
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/520.pdf>
- Otálora, M., Torres, A., & Gómez, J. (2023). Mucilage from Yellow Pitahaya (Selenicereus megalanthus) Fruit Peel: Extraction, Proximal Analysis, and Molecular Characterization. *Molecules*, 28.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/molecules28020786>
- Palma, F. (2016). *Estudio de la interacción entre plastificantes y polímeros formadores de una película comestible mediante la correlación entre sus parámetros espectroscópicos y mecánicos*.
<https://www.proquest.com/openview/11453fa231fa601faed76c9884778f4d/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>
- Paredes, N., Pico, J., Caicedo V., C., Vargas Tierras, Y. B., Alcívar, W. G., Nicolalde, J., & Tinoco. (2018). Primer congreso Internacional Alternativas Tecnológicas para la Producción Agropecuaria Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana. *Iniap*, 2–7.
https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5402/1/manejo_integrado_fitosanitario_cafe.pdf
- Park, S., & Zhao, Y. (2004). *Incorporation of a high concentration of mineral or vitamin into chitosan-based films*.
- Pavón, D. (2015). *Uso potencial de la goma de tara (Caesalpinia sinosa) para el desarrollo de nuevas películas y recubrimientos comestibles compuestos*.
<https://1library.co/document/zx5631dq-potencial-caesalpinia-spinosa-desarrollo-peliculas-recubrimientos-comestibles-compuestos.html>
- Pintado, C., Ferreira, M., & Sousa, I. (2009). *Properties of whey protein-based films containing organic acids and nisin to control Listeria monocytogenes*.
- Salvatierra, D. (2015). Determinación de la composición química proximal, carbohidratos totales, azúcares libres y fructanos del tipo Inulina - Fructooligosacáridos del Yacón. *Repositorio de La Universidad Peruana Cayetano Heredia*, 100.

<https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/668/Determinaci%20n%20de%20la%20composici%20n%20qu%20mica%20proximal%20C%20carbohidratos%20totales%20C%20az%20c%20ares%20libres%20y%20fructanos%20del%20tipo%20inulina%20-%20fructooligosac%20aridos%20del%20yac%20n%20%28Smallenthus%20sonchifolius%28Poe>

Santarrosa, V. (2013). *Evaluacion nutricional comparativa de pitahaya (Hylocereus triangularis) deshidratada con un liofilizador*.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3087/1/56T00424.pdf>

Solano, L., Beltrán, L., & Martinez, C. (2011). Películas y recubrimientos comestibles funcionalizados. In *Revista IUS* (p. 53).
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-11462014000200009

Solis, S. (2016). *ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PELÍCULAS COMESTIBLES ELABORADAS CON HIDROXIPROPILMETILCELULOSA (HPMC)*.
<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/65172/Elaboraci%F3n+de+pel%EDculas+comestibles+HPMC.pdf?sequence=1>

Solórzano, V. (2015). Estudio del efecto de un recubrimiento comestible con látex de sante (*Brosimum utile*) sobre la vida útil de yuca (*Manihot sculenta*), tomate de árbol (*Solanum betaceum*) y papa chaucha (*Solanum phureja*). *InfoplC.Net*, 2–145. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4372/1/56T00546UDCTFC.pdf>

Sood, A., & Saini, C. (2022). *Red pomelo peel pectin based edible composite films: Effect of pectin incorporation on mechanical, structural, morphological and thermal properties of composite films*.

Srinivasa, P., Ramesh, M., & Tharanathan, R. (2007). *Tharanathan Effect of plasticizers and fatty acids on mechanical and permeability characteristics of chitosan films*.

Téllez, E. C., García, I., & Rodríguez, E. (2017). *Películas comestibles de proteína con aceite de maíz emulsionado como acarreador de paprika para mejorar color y rancidez en Boloña de res Protein edible films with emulsified maize oil*

as paprika carrier to improve color and rancidity in beef Bologna. 11(1), 18–32.

http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/v11n1/Nacameh_v11n1p18_TellezRangel_ycol.pdf

Vasco, M., Campañone, L., & Agnelli, M. (2016). Caracterización de films usados como de recubrimientos en zanahorias mínimamente procesadas. *VI Congreso Internacional Ciencia y Tecnología de Los Alimentos 2016, 1*. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/102151/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ventrea, N., Vignomi, L., Piovillico, L., & Bauzá, M. (2007). *Elaboración de dulce de tuna (Opuntia ficus indica finermis)* [Universidad de Córdoba]. <https://docplayer.es/57837028-Tesis-pitahaya-hylocereus-undatus-deshidratada-por-osmosis-en-algarrobina.html>

Verona, A., Urcia, J., & Paucar, L. (2020). Pitahaya (Hylocereus spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. In *Scientia Agropecuaria* (Vol. 11). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.16>

Viteri, A. (2020). *Utilización de cáscara de plátano (Musa spp.), en el desarrollo de películas biodegradables*. 1–9. https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30845/1/BQ_231.pdf

Yoplac, I., Chávez, R., & Santos, J. (2021). Manual de cosecha y poscosecha de pitahaya amarilla (Hylocereus megalanthus). *Instituto Nacional de Innovación Agraria*. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/1420>

Yu, P. A. (2004). *Efecto de la Mezcla de Plastificantes en las Propiedades Físicas, Mecánicas y de Transporte de Películas de Quitosano*. 5–22. http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/yu_h_pa/

ANEXOS

RECEPCIÓN



LAVADO



PELADO



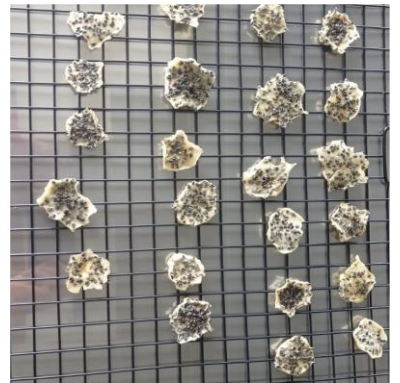
REBANADO



DISTRIBUIDO



DESHIDRATADO



EMPAcado



Figura 6. Proceso de deshidratado de la pitahaya amarilla

TRITURADO



MEZCLADO



FILTRADO



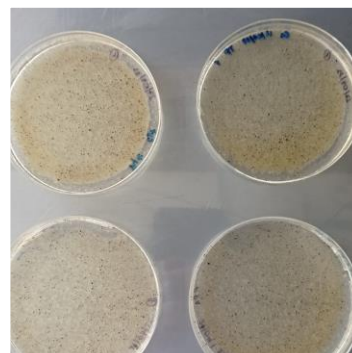
MEZCLADO



SECADO



ENFRIADO



ALMACENADO

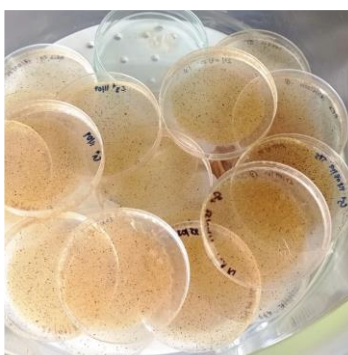


Figura 7. Proceso de elaboración de la película comestible

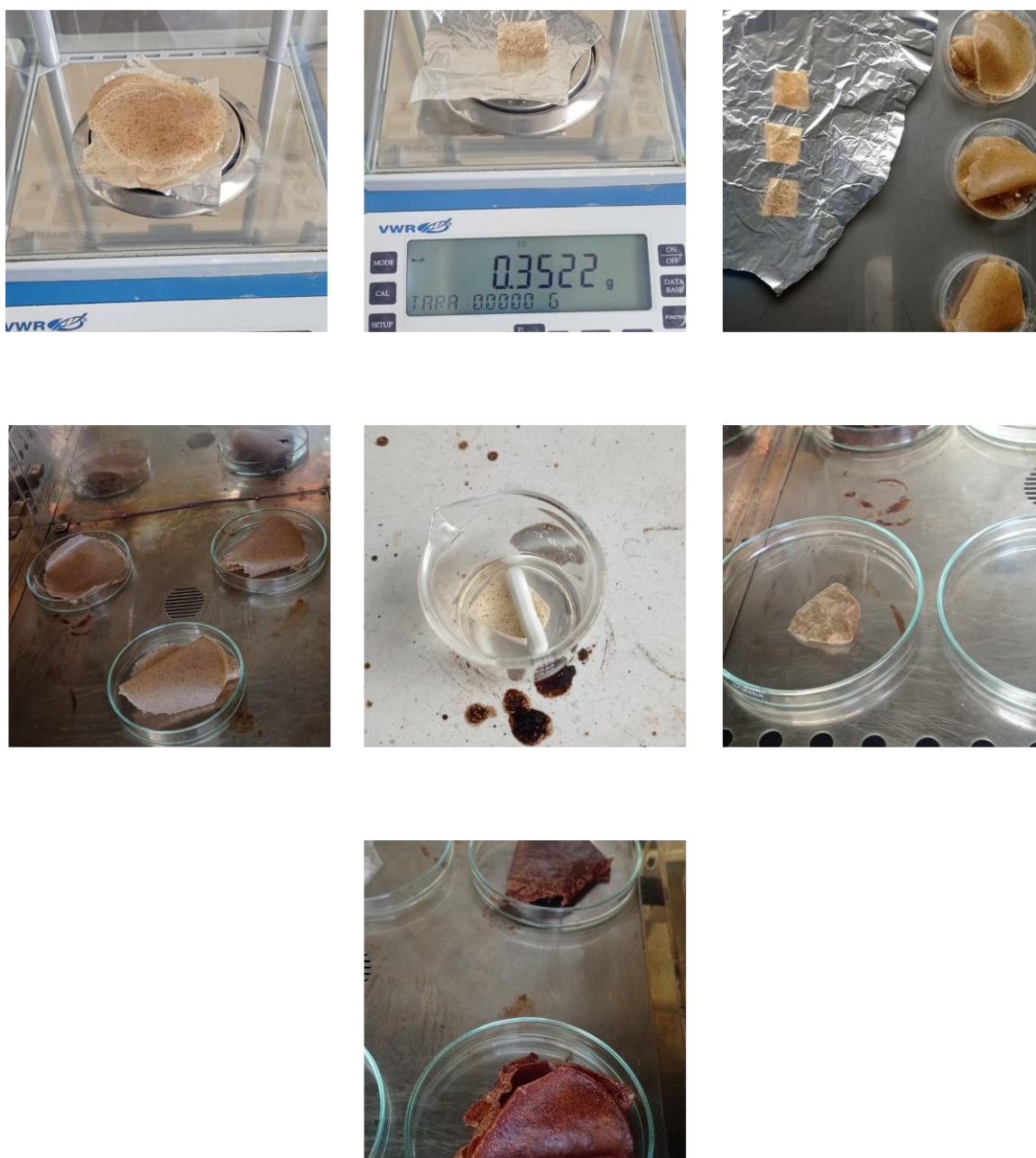


Figura 8. Análisis de humedad y solubilidad de las películas elaboradas



Figura 9. Análisis organoléptico de las películas elaboradas



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y
BIOTECNOLOGÍA
CARRERA DE ALIMENTOS

HOJA DE CATACIÓN PARA PELÍCULAS COMESTIBLES A PARTIR DE
PITAHAYA

NOMBRE: _____ **FECHA:**

Indicaciones: Usted tiene una muestra de película comestible, por favor deguste y de acuerdo con su criterio marque con una (X).

Atributo	Escala	Respuesta
COLOR	1. Muy oscuro	
	2. Ligeramente oscuro	
	3. Ni claro ni oscuro	
	4. Claro	
	5. Muy claro	
OLOR	1. Muy agradable	
	2. Agradable	
	3. Ni agrada ni desagrada	
	4. Desagradable	
	5. Muy desagradable	
TEXTURA	1. Muy duro	
	2. Duro	
	3. Ni duro ni suave	
	4. Crujiente	
	5. Muy crujiente	
SABOR	1. Muy agradable	
	2. Agradable	
	3. Ni agrada ni desagrada	
	4. Desagradable	
	5. Muy desagradable	
ACEPTABILIDAD GENERAL	1. Muy agradable	
	2. Agradable	
	3. Ni agrada ni desagrada	
	4. Desagradable	
	5. Muy desagradable	