



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ
GALLO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**



Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias

TESIS

Elaboración de películas comestibles empleando gelatina de pota (*Dosidicus gigas*) con extracto de romero (*Salvia rosmarinus*), aplicados como recubrimiento en filetes de pota (*Dosidicus gigas*).

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera de Industrias Alimentarias

AUTORES:

Bach.: Paz Paredes, Maria Alejandra

Bach.: Tarrillo Díaz, Mónica Edith

ASESORA:

Dra. Noemí León Roque

Lambayeque – Perú

2023



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ
GALLO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**



Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias

TESIS

Elaboración de películas comestibles empleando gelatina de pota (*Dosidicus gigas*) con extracto de romero (*Salvia rosmarinus*), aplicados como recubrimiento en filetes de pota (*Dosidicus gigas*).

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera De Industrias Alimentarias

APROBADO POR:

Dra. Tarcila Cabrera Salazar
Presidente

Dr. Luis Antonio Pozo Suclupe
Secretario

Dr. Abraham Ygnacio Santa Cruz
Vocal

Dra. Noemí León Roque
Asesora

Elaboración de películas comestibles empleando gelatina de pota (*Dosidicus gigas*) con extracto de romero (*Salvia rosmarinus*), aplicados como recubrimiento en filetes de pota (*Dosidicus gigas*)

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%

INDICE DE SIMILITUD

12%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	Sun-Hyung Kim, Eui-Seok Lee, Ki-Teak Lee, Soon-Taek Hong. "Stability properties and antioxidant activity of curcumin nanosuspensions in emulsion systems", CyTA - Journal of Food, 2021 Publicación	1%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unamba.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	www.revistas.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1%

“Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo”

Señor

Dr. Luis Antonio Pozo Suclupe

Director de la Unidad de Investigación

Facultad de ingeniería química e industrias alimentarias

Presente

Me dirijo a usted para saludarle cordialmente y en concordancia con la Directiva para la evaluación de originalidad de los documentos académicos, de investigación formativa y para la obtención de Grados y títulos de la UNPRG, alcanzo la siguiente constancia



Dra. Noemi León Roque

DNI: 23006439

23 de marzo del 2023

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Noemi León Roque, Asesora de tesis de las
bachilleres:

**Paz Paredes, Maria Alejandra
Tarrillo Díaz, Mónica Edith**

Titulada:

**Elaboración de películas comestibles empleando gelatina de pota
(*Dosidicus gigas*) con extracto de romero (*Salvia rosmarinus*), aplicados
como recubrimiento en filetes de pota (*Dosidicus gigas*)**

Luego de la revisión exhausta del documento constato que la misma tiene un índice de similitud del 13% verificable en el reporte de similitud del programa turnitin.

La suscrita analizo dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo.



Dra. Noemi León Roque
DNI: 23006439

23 de marzo del 2023

“Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo”

INFORME DE SIMILITUD REPORTADO POR EL TURNITIN

Por el presente documento se deja constancia que se ha revisado el informe de tesis, titulado.

Elaboración de películas comestibles empleando gelatina de pota (*Dosidicus gigas*) con extracto de romero (*Salvia rosmarinus*), aplicados como recubrimiento en filetes de pota (*Dosidicus gigas*)

Elaborado por las autoras:

Bachiller: Paz Paredes, Maria Alejandra

Bachiller: Tarrillo Díaz, Mónica Edith

La revisión se realizó con el programa anti plagio TURNITIN registrado con el identificador N° 2044659417, de fecha 23 de marzo del 2023, dando el siguiente resultado:

PORCENTAJE DE SIMILITUD 13 %

Se adjunta copia del resumen de coincidencias, y se firma dando constancia del porcentaje de similitud, y pueda ser utilizado para los fines que considere conveniente.



Dra. Noemi León Roque

Asesor

23 de marzo del 2023



ACTA DE SUSTENTACIÓN - 2023

Siendo las 3:00 pm del día miércoles 05 de julio del 2023, se reunieron en la sala de sustentación de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias los miembros del jurado evaluador de la Tesis Titulada: ***"Elaboración de películas comestibles empleando gelatina de pota (*Dosidicus gigas*) con extracto de romero (*Salvia rosmarinus*), aplicados como recubrimiento en filetes de pota (*Dosidicus gigas*)."***, designados por Res. N°256-2022-D-FIQIA-VIRTUAL (de fecha 27 de julio del 2022 y aprobada con Res. N°020-2023-D-FIQIA-VIRTUAL de fecha 09 de enero del 2023, con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la tesis antes mencionada, conformados por los siguientes docentes:

- Dra. Tarcila A. Cabrera Salazar – Presidente
- Dr. Luis Antonio Pozo Suclupe – Secretario
- Dr. Abraham G. Ygnacio Santa Cruz – Vocal.

La tesis fue asesorada por la Dr. Noemi Leòn Roque, nombrada por Res. N°286-2021-D-FIQIA-VIRTUAL de fecha 15 de noviembre del 2021. El acto de sustentación es autorizado con Res. N°160-2023-D-FIQIA-VIRTUAL de fecha 28 de junio del 2023.

La Tesis fue presentada y sustentada por las Bachilleres: **TARRILLO DIAZ MONICA EDITH y PAZ PAREDES MARIA ALEJANDRA**; y tuvo una duración de⁴⁰ minutos.

Después de la sustentación, y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado; se procedió a la calificación respectiva, otorgándole el calificativo de (*Dieciocho*.....) en la escala vigesimal, mención *Muy Bueno*

Por lo que quedan APTO (s) para obtener el Título Profesional de INGENIERA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las ^{4:00pm} se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto, con la firma de los miembros del jurado.

Firmas

.....
Presidente
Dra. TARCILA AMELIA CABRERA SALAZAR

.....
Vocal
Dra. ABRAHAM G. YGNACIO SANTA CRUZ

.....
Secretario
Dr. LUIS ANTONIO POZO SUCLUPE

.....
Asesor
Dra. NOEMI LEON ROQUE




Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.


Autor de la entrega: Tarrillo Díaz Y Paz Paredes
Título del ejercicio: TESIS
Título de la entrega: Elaboración de películas comestibles empleando gelatina de...
Nombre del archivo: peliculas_comestibles_final.docx
Tamaño del archivo: 10.32M
Total páginas: 98
Total de palabras: 15,151
Total de caracteres: 78,485
Fecha de entrega: 23-mar.-2023 01:27p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega... 2044659417

i



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ
GALLO**
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS

Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias



TESIS

Elaboración de películas comestibles empleando gelatina de pota (*Dosidicus gigas*) con extracto de romero (*Salvia rosmarinus*), aplicados como recubrimiento en filetes de pota (*Dosidicus gigas*)

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero de Industrias Alimentarias

AUTORES:

Bach.: Paz Paredes, María Alejandra
Bach.: Tarrillo Díaz, Mónica Edith

ASESORA:

Dra. Noemí León Roque

Lambayeque – Perú
2023

Dra Noemí León Roque
DNI:23006439

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mi mamá por confiar en mí, por apoyarme y por siempre motivarme a cumplir mis metas.

A mi familia por su apoyo durante la realización de mi proyecto de tesis.

Maria Alejandra Paz Paredes

DEDICATORIA

El presente trabajo se encuentra dedicado primeramente a Dios por darme la fuerza de continuar en todo el proceso de mi carrera profesional.

Luego a mi madre por la confianza y el apoyo incondicional brindado, la compañía o simplemente la palabra de aliento para nunca desfallecer en el intento.

A mis hermanos que supieron entenderme en los momentos de presión y lejos de enojarse me animaban a continuar en lugar de declinar ante las adversidades.

Mónica Tarrillo Díaz

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por darnos la vida y la fortaleza para poder culminar este proyecto, ya que sin su voluntad nada fuera posible.

A nuestra familia por el apoyo incondicional a lo largo de este proyecto, nada de esto hubiese sido posible sin su apoyo. A nuestros profesores por sus diversos consejos, por los aportes brindados en el transcurso del desarrollo del proyecto de investigación.

Al Dr. Raúl Siche, por brindarnos apoyo para la realización de los análisis mecánicos de nuestro proyecto. Gracias por el tiempo brindado

Finalmente, a nuestra asesora la Dra. Noemi León, que supo guiarnos a lo largo de este trabajo investigativo, siempre disponible en todo momento. Gracias por sus sabios consejos, por su ayuda incondicional, por ser una gran amiga más allá de una profesora.

Las autoras

ÍNDICE

ÍNDICE	vi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
I. Introducción	15
II. Antecedentes y base teórica	17
2.1. Antecedentes.....	17
2.1. Bases teóricas.....	19
2.1.1. Calamar gigante	19
2.1.2. Gelatina en especies marinas	20
2.1.3. Películas y recubrimientos comestibles	22
III. Materiales y métodos	25
3.1. Población y muestra.....	25
3.1.1. Población.....	25
3.1.2. Muestra.....	25
3.2. Materiales y equipos	25
3.3.1. Materias primas	25
3.3.3. Materiales de laboratorio.....	26
3.3.4. Equipos de laboratorio	26
3.4.1. Composición química de piel y gelatina de pota.....	27
3.4.2. Análisis de las propiedades mecánicas de la película comestible	27

3.4.3.	Análisis de las propiedades fisicoquímicas de la película comestible	27
3.4.4.	Análisis fisicoquímicos de los filetes de pota	29
3.4.5.	Análisis sensorial de los filetes de pota.....	29
3.5.	Metodología experimental	31
3.5.1.	Diseño de contrastación de hipótesis	37
IV.	Resultados y discusiones	39
4.1.	Análisis de la composición química de la piel de pota.....	39
4.2.	Análisis de la composición química de la gelatina extraída de piel de pota. ..	39
4.3.	Análisis de las películas comestibles.....	41
4.3.1.	Propiedades mecánicas.....	41
4.3.2.	Propiedades fisicoquímicas	42
4.4.	Análisis fisicoquímicos de los filetes	47
4.5.	Análisis sensorial de los filetes.....	53
V.	Conclusiones	55
VI.	Recomendaciones.....	56
VII.	Referencias	57
VIII.	Anexos.....	67

Índice de tablas

Tabla 1. Parámetro para evaluar la calidad sensorial de los filetes de pota.....	30
Tabla 2. Diseño completamente aleatorio con 2 factores	38
Tabla 3. Composición química de la piel de pota	39
Tabla 4. Composición química de la gelatina de piel de pota	39
Tabla 5. Resistencia a la tracción y elongación al corte de las películas comestibles	41
Tabla 6. Espesor corte de las películas comestibles elaboradas	42
Tabla 7. Valores de humedad de las películas comestibles	43
Tabla 8. Índice de opacidad de las películas comestibles	44
Tabla 9. Parámetros de color de las películas comestibles	45
Tabla 10. Valores de solubilidad de las películas comestibles	46
Tabla 11. Variación del pH de filetes de pota durante su almacenamiento	47
Tabla 12. Pérdida de peso de filetes de pota durante su almacenamiento	48
Tabla 13. Parámetros de color L* en filetes de pota durante su almacenamiento	50
Tabla 14. Parámetros de color a* en filetes de pota durante su almacenamiento.....	51
Tabla 15. Parámetros de color b* en filetes de pota durante su almacenamiento	52
Tabla 16. Evaluación sensorial de filetes de pota durante su almacenamiento	53

Índice de Figuras

Figura 1. Metodología experimental de la elaboración de películas comestibles.....	27
Figura 2. Diagrama de flujo de la extracción de gelatina de piel de pota.....	30
Figura 3. Elaboración de películas comestibles de gelatina de piel de pota y extracto de romero.....	32
Figura 4. Aplicación de recubrimiento a filetes de pota	33
Figura 5. Resultados de la medición de pH	44
Figura 6. Resultados de la medición de pérdida de peso	45
Figura 7. Resultados de la medición de color L*.....	46
Figura 8. Resultados de la medición de color a*	47
Figura 9. Resultados de la medición de color b*	48
Figura 10. Piel de pota	90
Figura 11. Lavado y cortado de piel de pota.....	90
Figura 12. Hidrólisis alcalina de la piel de pota.....	91
Figura 13. Neutralización de la piel de pota	91
Figura 14. Extracción de la gelatina de piel de pota	91
Figura 15. Clarificación del licor de gelatina de piel de pota	92
Figura 16. Secado de gelatina	92
Figura 17. Pesado de las materias primas e insumos	93
Figura 18. Preparación de la solución formadora de película.....	93
Figura 19. Mezclado	94
Figura 20. Secado de la solución formadora de película	94
Figura 21. Películas comestibles.....	94
Figura 22. Inmersión de los filetes en la solución	95

Figura 23. Drenado y secado	95
Figura 24. Almacenamiento de los filetes.....	95
Figura 25. Análisis de proteína	96
Figura 26. Análisis de humedad.....	96
Figura 27. Análisis de opacidad.....	96
Figura 28. Análisis de solubilidad	97
Figura 29. Análisis mecánicos	97
Figura 30. Análisis de pH	97
Figura 31. Análisis de pérdida de peso	98
Figura 32. Análisis sensorial de filetes	98

Índice de anexos

Anexo A.1. Resultados de la composición química de la piel de pota	63
Anexo A.2. Resultados de la composición química de la gelatina de piel de pota.....	63
Anexo B.1. Resultados experimentales de las características físicas y mecánicas de las películas comestibles.....	68
Anexo C.1. Análisis de Varianza del espesor	70
Anexo D.1. Análisis de Varianza de la humedad	71
Anexo D.2. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey de la humedad	71
Anexo E.1. Análisis de Varianza de la solubilidad.....	72
Anexo E.2.. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey de la solubilidad	72
Anexo F.1. Análisis de Varianza de la opacidad	73
Anexo G.1. Análisis de Varianza de la resistencia a la tracción.....	70
Anexo G.2. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey de la resistencia a la tracción	70
Anexo H.1. Análisis de Varianza de la elongación al corte.....	71
Anexo H.2. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey de la elongación al corte	71
Anexo I.1. Análisis de Varianza de L^*	76
Anexo J.1. Análisis de Varianza de a^*	77
Anexo J.2. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey de a^*	77
Anexo K.1. Análisis de Varianza de b^*	78
Anexo L.1. Resultados del análisis de pH a los filetes de control y con recubrimiento.....	79
Anexo M.1. Resultados del análisis de L^* de los filetes control y con recubrimiento.....	80
Anexo M.2. Resultados del análisis de a^* de los filetes control y con recubrimiento.....	81
Anexo M.3. Resultados del análisis de b^* a los filetes control y con recubrimiento	82
Anexo M.4. Análisis de Varianza de L^* de los filetes de control	83
Anexo M.5. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey de L^* de los filetes de control	83
Anexo M.6. Análisis de Varianza de L^* de los filetes recubiertos.....	80
Anexo M.7. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey de L^* de los filetes recubiertos	80
Anexo M.8. Análisis de Varianza de a^* de los filetes de control	81
Anexo M.9. Análisis de Varianza de a^* de los filetes recubiertos	86
Anexo M.10. Análisis de Varianza de b^* de los filetes de control.....	87
Anexo M.11. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey de b^* de los filetes de control	87

Anexo M.12. Análisis de Varianza de b^* de los filetes recubiertos	88
Anexo M.13. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey de b^* de los filetes recubiertos	88
Anexo N.1. Resultados del análisis de % Pérdida de peso a los filetes control y con recubrimiento	89
Anexo O.1. Resultados del análisis sensorial a los filetes control y con recubrimiento (Apariencia)	90
Anexo O.2. Resultados del análisis sensorial a los filetes control y con recubrimiento (Olor)....	91
Anexo O.3. Resultados del análisis sensorial a los filetes control y con recubrimiento (Color)..	92
Anexo P.1. Hoja de análisis sensorial de filetes de pota recubiertos con película comestible	93
Anexo Q. Imágenes de la extracción de gelatina de piel de pota	90
Anexo R. Imágenes de la elaboración de películas comestibles de gelatina de piel de pota y extracto de romero	93
Anexo S. Imágenes de la aplicación de recubrimiento a los filetes	95
Anexo T. Imágenes de los análisis realizados	96

RESUMEN

La piel de pota es un producto de desecho rico en proteínas de tipo colagénica, del cual se puede extraer gelatina mediante la hidrólisis parcial del colágeno. Se elaboró películas comestibles a base de gelatina de piel de pota (*Dosidicus gigas*) y extracto de romero (*Salvia rosmarinus*), se evaluó sus propiedades mecánicas y fisicoquímicas. Asimismo, se aplicó como recubrimientos sobre filetes de pota para evaluar las propiedades sensoriales y fisicoquímicas de los filetes. Estas propiedades estuvieron en función del contenido de gelatina y concentración de extracto de romero de la solución formadora de película. El análisis proximal de la gelatina presentó un 9,44% de humedad, 67,5% de proteína total, 0,90% de grasa y 1,92% de ceniza. El mejor tratamiento para la película comestible fue la formulación con 5% gelatina de piel de pota, 0,250 g glicerol/g gelatina y 1% extracto de romero, el cual presentó una resistencia a la tracción de 4,4MPa, una elongación de 133,16%, espesor de 0,036 mm, humedad de 13,17%, solubilidad en agua de 25,542%, opacidad de 6,059%, L* de 68,120%, a* de 0,380% y b* de 7,040%. Una mayor concentración de extracto de romero determinó mejores resultados con respecto a la elongación al corte y afectó significativamente al incremento del espesor, la solubilidad al agua y el color, pero disminuyó los valores de humedad y opacidad. Los filetes recubiertos tuvieron mejores resultados hasta por 5 días de almacenamiento en refrigeración. Por lo que las películas elaboradas pueden aplicarse como recubrimiento de alimentos específicamente en filetes de pota.

Palabras clave: películas comestibles, gelatina de piel de pota, propiedades mecánicas, propiedades fisicoquímicas, extracto de romero.

ABSTRACT

Squid skin is a protein-rich waste product of the collagen type, from which gelatin can be extracted by partial hydrolysis of collagen. Edible films were made from squid skin gelatin (*Dosidicus gigas*) and rosemary extract (*Salvia rosmarinus*), their mechanical and physicochemical properties were evaluated. Likewise, it was applied as coatings on squid fillets to evaluate the sensory and physicochemical properties of the fillets. These properties were a function of the gelatin content and concentration of rosemary extract in the film-forming solution. The proximal analysis of the gelatin presented 9.44% moisture, 67.5% total protein, 0.90% fat and 1.92% ash. The best treatment for the edible film was the formulation with 5% squid skin gelatin, 0.250 g glycerol/g gelatin and 1% rosemary extract, which presented a tensile strength of 4.4 MPa, an elongation of 133, 16%, thickness of 0.036 mm, humidity of 13.17%, solubility in water of 25.542%, opacity of 6.059%, L* of 68.120%, a* of 0.380% and b* of 7.040%. A higher concentration of rosemary extract determined better results with respect to elongation at cut and significantly affected the increase in thickness, water solubility and color, but decreased moisture and opacity values. Coated fillets performed best for up to 5 days of refrigerated storage. Therefore, the elaborated films can be applied as a food coating specifically in squid fillets.

Keywords: edible films, squid skin gelatin, mechanical properties, physicochemical properties, rosemary extract.

I. Introducción

La pota (*Dosidicus gigas*) es un molusco cefalópodo marino que puede llegar a medir 2 metros y a pesar 50 kg (Nigmatullin et al., 2001). Distribuida en el Pacífico oriental desde la costa de California en los Estados Unidos hasta el norte de Chile (Ehrhardt et al., 1986). Es la segunda pesquería más importante en el Perú por su volumen de exportación, ingreso de divisas y mano de obra en las zonas costeras del país (Loo, 2021). Se exporta mayormente al mercado de España y China (SIICEX, 2023) principalmente en forma de filetes, pero también en forma de tubos, tiras, cubos, aletas y tentáculos, incluyendo frescos, congelados y cocidos (Plasencia et al., 2013).

Durante el procesamiento, las pieles no son aprovechadas y se arrojan al mar provocando impactos ambientales negativos (Valencia y Calcino, 2013). Dependiendo del tamaño y edad de la pota, alrededor del 4,66% de la composición física corresponde a la piel (Valencia y Calcino, 2013). La piel está formada por proteína de tipo colagénica, la cual se puede valorizar con la extracción de gelatina para obtener películas comestibles con buenas propiedades estructurales (Gómez-Estaca et al., 2009).

Por otro lado, el uso de materiales poliméricos sintéticos en las películas para empaque de alimentos representa una amenaza ambiental debido a sus compuestos tóxicos y falta de biodegradabilidad (Cutter, 2006). Los recubrimientos a base de gelatina y extractos naturales son una alternativa, ya que brindan propiedades bioactivas que ayudan a preservar la calidad de los alimentos (Cutter, 2006). El uso de extracto de romero como antioxidante debido a los compuestos fenólicos en su composición, ácido carnósico y ácido rosmarínico, ralentiza el deterioro de los alimentos (Flores et al., 2020).

Considerando esto se plantea el uso de gelatina de piel de pota en la elaboración de películas comestibles con extracto de romero tanto para evaluar sus propiedades fisicoquímicas y

mecánicas, como para su aplicación como solución formadora de película en filetes de pota en refrigeración y su posterior evaluación fisicoquímica y sensorial.

Por ende, se plantea el siguiente problema de investigación: ¿La elaboración de películas comestibles empleando gelatina de piel de pota con extracto de romero (*Salvia rosmarinus*) permitirá aplicarlo como recubrimientos comestibles en filetes de pota (*Dosidicus gigas*)?

En función de ello, se elabora esta hipótesis: La elaboración de una película comestible empleando gelatina de piel de pota y extracto de romero permitirá aplicarlo como recubrimiento en filetes de pota.

Con la finalidad de comprobar la hipótesis, se propone el siguiente objetivo general: Elaborar películas comestibles empleando gelatina de piel de pota con extracto de romero (*Salvia rosmarinus*), para aplicar como recubrimientos comestibles en filetes de pota (*Dosidicus gigas*). Los objetivos específicos fueron: determinar la composición química de la materia prima, extraer la gelatina de la piel de pota, elaborar la película comestible de gelatina de piel de pota y extracto de romero, evaluar las propiedades mecánicas y fisicoquímicas de las películas comestibles formuladas con de gelatina de piel de pota y extracto de romero, evaluar las propiedades sensoriales y fisicoquímicas de los filetes recubiertos con y sin película comestible.

II. Antecedentes y base teórica

2.1. Antecedentes

Pandia-Estrada et al. (2021), en su investigación, elaboraron y caracterizaron películas comestibles compuestas con gelatina extraída de piel de mahi-mahi (*Coryphaena hippurus*) (4% p/v) y extracto de orégano (2,5%, 5%, 7,5% y 10% v/v). Los resultados reportaron que las concentraciones control y 2,5% por un lado influyen disminuyendo el contenido de humedad y opacidad y por otro lado aumentan la viscosidad. Las películas con 10% inhibieron todas las cepas. Los análisis de superficie y estructura evidenciaron que podrían usarse para la integración de extractos naturales similares.

Du et al. (2021), en su investigación desarrollaron películas comestibles a partir de proteína miofibrilar extraída de pescado (FMP), solución de quitosano (CS) y extracto romero (RE) para aplicarlo a filetes de carpa herbívora. Por un lado, a medida que se incrementa la dosis de extracto disminuye el porcentaje de elongación y la resistencia a la tracción, sin embargo, aumenta el espesor, solubilidad, permeabilidad al vapor de agua y opacidad. Por otro parte, al monitorear los filetes, las películas poseían el mejor efecto protector sobre ellos, evidenciando niveles bajos de aminoácido libre (FAA), nitrógeno básico volátil total (TVB-N) y valores reducidos de pH con respecto a la muestra control durante los siete días de almacenamiento refrigerado. Por ende, la película podría tener potencial tanto para alargar la vida útil como para aumentar la calidad.

Ningrum et al. (2021), en su trabajo de investigación, evaluaron las propiedades fisicoquímicas, actividad antioxidante y antibacteriana de películas hechas con gelatina de piel de atún incorporando plastificantes de glicerol o sorbitol con aceites esenciales (AE) de cúrcuma o eucalipto. Los resultados mostraron que la adición de AE causó una disminución significativa en la transmitancia, transparencia, permeabilidad al vapor de agua y solubilidad, pero aumentó

significativamente el espesor, las propiedades antioxidantes y mecánicas. La película de sorbitol tuvo mejores propiedades físicas que el glicerol. Las películas comestibles que contenían 1,5% de AE tuvieron una inhibición de moderada a fuerte para *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.

Nawaz et al. (2020), en su investigación, evaluaron el efecto de un recubrimiento de extracto de romero (0 y 1%) combinado con quitosano (0 y 1%) para aplicarlo en carne de mori (*Cirrhinus mrigala*) durante el almacenamiento refrigerado a intervalos de 0, 6, 12, 18 y 24 días. Los filetes recubiertos obtuvieron mejores respuestas a los análisis de nitrógeno base volátil total (TVB-N), índice de peróxido (POV), capacidad de retención de agua (WHC), conteo viable total (TVC) y sensorial, respecto a las muestras control, demostrando ser una gran alternativa para extender la vida útil de mori durante el almacenamiento refrigerado.

Pandia (2020), obtuvo películas comestibles a partir de gelatina extraída de piel de perico (*Coryphaena hippurus*) y la adición de extracto de orégano (EO) para su uso como recubrimiento en trucha. La incorporación de extracto de orégano provocó un aumento en el espesor, opacidad, elongación al corte y un descenso en la solubilidad y resistencia. Los filetes de trucha recubiertos con 4 y 6 % EO evidenciaron una aceptabilidad hasta los 11 días. Por último, los resultados reportaron que todas las películas con extracto mostraron actividad antimicrobiana.

Sánchez y Valdez (2019), en su investigación, desarrollaron y caracterizaron biopelículas a base de almidón de mandioca (*Manihot esculenta*), con la adición de concentraciones de aceite esencial de romero y organoarcilla. La relación del aceite con la organoarcilla influyó significativamente en la solubilidad, asimismo la adición en 0,2 g/100g de aceite esencial, produjo los valores más altos de porcentaje de elongación y bajos de fuerza de ruptura, que oscilan entre 72,5% a 77,5% y 1,4 a 1,5 MPa respectivamente. El aumento de aceite en las formulaciones contribuyó a la inhibición de microorganismos.

Aubourg et al. (2016), extrajeron pigmento liofilizado de piel de calamar gigante, para aplicarlo sobre aceite de hígado de bacalao, obteniendo una menor oxidación de lípidos, demostrando el efecto conservador que presenta este pigmento.

Blanco et al. (2013), compararon diferentes formas de recuperación de proteínas de los mantos de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) para la elaboración de películas comestibles. En tal sentido realizaron la extracción en diferentes medios (agua, sal, alcalino y ácido). Las condiciones alcalinas y las ácidas dieron lugar a películas transparentes, flexibles y microbiológicamente estables, siendo la película alcalina más resistente al agua y con menos liberación de proteínas en contacto con el agua.

2.1. Bases teóricas

2.1.1. Calamar gigante

Dosidicus gigas, también conocido como pota o calamar gigante, es la más grande de las especies de cefalópodos (Csirke et al., 2018), que pertenece a la familia “Ommastrephidae” (Álamo y Valdivieso, 1997, p. 154). La pota se distribuye en el Pacífico oriental, entre los 36° Lat. N. y los 26° Lat. S., desde el litoral de California hasta la zona norteña de Chile. En el Perú, se encuentra a lo largo de toda la costa ocupando áreas de 10 y más de 500 millas de distancia (Ehrhardt et al., 1986; Csirke et al., 2018).

Según el Instituto del mar peruano (IMARPE, 1996), la pota se constituye físicamente por “tubo (49,3%), tentáculos (21,4%), vísceras (15,4%) y aletas (13,4%)”. De lo cual las partes comestibles representan “el 60 a 80% del peso total” (Sikorski y Kołodziejska, 1986). Esto es uno de los motivos por lo cual tienen gran acogida en el mercado extranjero específicamente en España (21%) y China (15%) (SIICEX, 2023), además de la gran diversidad de presentaciones en la que se exporta filetes, anillos, cubos, tiras, tanto congelada como en conservas (Plasencia et al., 2013).

Sin embargo, durante el procesamiento de calamar se desechan ciertos subproductos, en particular la piel. Esta ciertamente es un tejido cooperativo biológico formado por cuatro tipos de tejido diferentes (tejidos epitelial, conectivo, muscular y nervioso) (Carrera et al., 2019), rica en compuestos biológicamente activos, como gelatina, colágeno, péptidos, así como en pigmentos (Sun et al., 2021; Mendis et al., 2015; Aubourg et al., 2016). Por un lado, el colágeno es una proteína que se ubica en los tejidos conjuntivos tales como los huesos, tendones y piel. Se caracteriza por su alto contenido de glicina, prolina e hidroxiprolina, se desnaturaliza en presencia de estándares ácidos diluidos y se convierte en proteína soluble como la gelatina, cuando se disuelve en soluciones calentadas (Kim y Mendis, 2006). Por otro lado, la gelatina es una mezcla heterogénea de péptidos derivados de la proteína original (colágeno), mediante procedimientos que implican la destrucción de enlaces cruzados entre cadenas polipeptídicas junto con algún nivel de rotura de enlaces polipeptídicos (Liu et al., 2015). Debajo de la piel se localizan pigmentos y específicamente los sintetizados por la piel son los omocromos (Chan et al., 2019), éstos pueden actuar como antioxidantes (actuando a través de la actividad quelante), específicamente como antioxidantes primarios al eliminar radicales como el oxígeno singlete y los aniones superóxido (Ostrovsky et al., 1987).

2.1.2. Gelatina en especies marinas

La gelatina es una proteína soluble en agua producida por hidrólisis parcial del colágeno, un componente ubicuo de los huesos, los tejidos del cartílago y la piel de los animales (Gómez Guillén et al., 2011). El colágeno tiene forma de triple hélice, formada por tres cadenas polipeptídicas, de unas 1.000 unidades aminoácidas posicionadas en una estructura tridimensional que permite la formación de puentes de hidrógeno intramoleculares (Limorte y Albert, 1982). Aunque todos los 20 aminoácidos naturales se pueden encontrar en el colágeno, es

particularmente rico en glicina, prolina e hidroxiprolina (Milovanovic y Hayes, 2018). Cuando los tejidos colaginosos pasan por un proceso de calentamiento, las cadenas polipeptídicas sufren una desnaturalización, debido a la destrucción de los enlaces de hidrogeno, a la porción solubilizada se le denomina gelatina (Limorte y Albert, 1982). La proporción de aminoácidos totales influye en la estabilidad de la gelatina, y esta propiedad puede variar según la fuente de colágeno (Milovanovic y Hayes, 2018). En especies marinas la gelatina es más termosensible que el obtenido de mamíferos terrestres por su menor concentración de hidroxiprolina; presenta características físicas particulares como: menores temperaturas de fusión y gelificación, así como una mayor capacidad de hidratación (Aldoradín et al., 2013).

A diferencia de los de las especies de mamíferos y aves, los procesos de extracción de gelatina marina aún pueden dividirse en estas dos categorías: un proceso ácido y un proceso alcalino. En el primero se trata a las materias primas en una solución acida diluida por un período determinado, seguida de una extracción que se lleva a cabo en un medio ácido y para el proceso alcalino se realiza un pretratamiento de las materias primas con una solución alcalina, en la mayoría de los casos seguida de la neutralización con una solución ácida, por lo que la extracción puede realizarse en medio alcalino, neutro o ácido (Valencia y Calcino, 2013). La ventaja de este proceso es que el pretratamiento con una solución alcalina puede eliminar cantidades considerables de materiales no colagenosos (Ward y Courts, 1977).

2.1.3. Películas y recubrimientos comestibles

Las películas comestibles, se caracterizan por ser estructuras independientes, que se fabrican por separado y se colocan sobre la comida o como capas de separación en los alimentos, a diferencia de los recubrimientos comestibles, que son la formación de una película directamente sobre el alimento ya sea por inmersión o spray, por lo tanto, pasa a ser parte del producto alimenticio (Kowalczyk y Baraniak, 2011). Ambas se utilizan con el propósito de conservar.

Las películas y recubrimientos se elaboran en función de hidrocoloides (proteínas y polisacáridos), lípidos y una mezcla de ellos, de origen vegetal, animal o microbiano (Parzanesse, 2009). Sobresaliendo el uso de proteínas, debido a que éstas presentan mejores propiedades físicas y mecánicas (Kandasamy et al., 2021). Como las proteínas son frágiles y no flexibles, necesitan la adición de plastificantes, éstos son compuestos de baja masa molecular, capaz de colocarse entre las moléculas del polímero e intervenir en la disminución de sus interacciones para aumentar la flexibilidad, dentro de los más comunes se encuentra el glicerol (Pascual, 2014; Dangaran et al., 2009).

2.1.4. Métodos para aplicación de películas y recubrimientos comestibles

El método casting es el más usado para películas y consiste en que una vez realizada la disolución de los componentes (solución de película), ésta es vertida sobre una placa y se deja endurecer, para luego acondicionarla (recortarla) y aplicarla en el alimento (Parzanese, 2009). En cuanto a los recubrimientos la técnica de inmersión consiste en primero sumergir el producto en la solución de recubrimiento previamente preparada, luego el exceso de líquido es drenado para luego dejarlo secar a temperatura ambiente (Gupta et al., 2022).

2.1.5. Propiedades de las películas y recubrimientos comestibles

Principalmente la funcionalidad de las películas para proteger a los alimentos de los daños físicos depende de las propiedades mecánicas y éstas dependen de su composición y en especial de su cohesión estructural (Guilbert et al., 1996). Las propiedades que se miden son: resistencia a la tracción (TS) y el porcentaje de elongación al corte (E) (Krochta, 2002). Cualquiera de las películas o recubrimientos es muy sensible a la humedad, por ende, cuando la humedad relativa (HR) aumenta, las fuerzas físicas disminuyen, ya que la humedad absorbida funciona como plastificante. La temperatura también afecta los aspectos físicos y mecánicos (Guilbert et al., 1996, Wu et al., 2002). Otras de las propiedades que se estudian son las fisicoquímicas tales como espesor, solubilidad, color y opacidad (Ayquipa, 2018). Además, al incorporar en la matriz aditivos naturales pueden presentar propiedades antioxidantes y antimicrobianas, ya que los compuestos fenólicos (plantas y especias), son los que actualmente se vienen utilizando, ya sea como aceites esenciales o como extractos (romero, tomillo, orégano, canela, vainilla etc.), por sus principios activos (carnosol, timol, carvacrol, cinamaldehído, etc.) que presentan propiedades antimicrobianas y antioxidantes (De Ancos et al., 2015).

2.1.6. Extracto de romero

El romero (*Rosmarinus officinalis* L.) es una hierba leñosa de la familia “Lamiaceae” (Vicente, 2012, p. 14). Puede alcanzar una altura de 0,5 a 1,5 m. Las hojas son lineales, de 2 a 3 cm de largo y unos 3 mm de ancho. Posee un aroma fuerte (Flores et al., 2020).

Numerosos autores reportan diferentes compuestos químicos en la planta, a menudo agrupados en flavonoides, ácidos fenólicos, ácidos triterpénicos y alcoholes triterpénicos (Avila et al., 2011). De igual manera compuestos fenólicos entre ellos, el ácido rosmarínico, carnósico y procedentes de los anteriores como rosmanol, rosmadial, carnosol y carnosato de metilo (Vicente,

2012). Cabe resaltar que, la composición química del romero está condicionada por varios factores tales como, las condiciones de sembrío, cosecha (Al Sereiti et al., 1999; López, 2008) y secado.

El uso del extracto de romero viene afianzándose como aditivo alimentario, debido a sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas. Vicente (2012), atribuyeron que el ácido carnósico es el principal componente responsable de la actividad antioxidante. Una peculiaridad del extracto de romero es que su capacidad antioxidante aumenta con la disminución del pH, probablemente a causa de que el carnosol y el ácido carnósico son estables en esa condición y su efecto protector aumenta (Vicente, 2012).

III. Materiales y métodos

La presente investigación se ejecutó en el laboratorio de Investigación y Servicios Técnicos de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque y en las instalaciones del laboratorio de Ingeniería de Operaciones Agroindustriales de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Trujillo se realizaron los análisis de las propiedades mecánicas.

3.1. Población y muestra

3.1.1. Población

Se empleó pieles de pota procedentes del terminal pesquero - ECOMPHISA de Santa Rosa; el extracto de romero fue adquirido de la empresa “FITOTEC” de Brasil, comercializada por VALSERTECH en Lima; filetes de pota provenientes de fileteo manual de la pota en el Mercado Modelo de la ciudad de Lambayeque.

3.1.2. Muestra

La cantidad de piel de pota empleada en la investigación fue de 2 kg para la extracción de gelatina y para la evaluación de la aplicación de la película como recubrimiento se utilizó 2 kg de filetes de pota, utilizando muestreo por conveniencia.

3.2. Materiales y equipos

3.3.1. Materias primas

- Pieles frescas de pota
- Gelatina de piel de pota
- Filetes frescos de pota

3.3.2. Insumos y reactivos químicos

- Extracto de romero

- Glicerina grado alimenticio
- Hidróxido de sodio
- Ácido acético
- Cloruro de sodio
- Ácido cítrico

3.3.3. Materiales de laboratorio

- Celdas de espectrofotómetro
- Discos de papel Whatman N°4
- Placas de Petri de acrílico y de vidrio
- Moldes de silicona
- Termómetros de vidrio

3.3.4. Equipos de laboratorio

- Agitador magnético, marca VELP SCIENTIFICA, modelo AREX
- Balanza analítica digital, marca KERN, modelo AEJ 200 – 5CM
- Centrífuga de cebado medio refrigerada, modelo CR4000R
- Espectrofotómetro, marca THERMOSCIENTIFIC, modelo GENESYS 30
- Determinador de humedad, marca KERN, modelo DAB 100-3
- Incubadora de 80 °C, marca BINDER
- Liofilizador de mesa, marca BIOBASE, modelo BK-FDS
- Refrigeradora, marca KOSSODO
- Ph-metro digital, marca HANNA, modelo HI 3222
- Texturómetro, Texture Analyzer T. A HD Plus, Stable micro system
- Ultra congeladora vertical, marca BIOBASE

- Cámara Fotográfica CANON EOS Rebel T7

3.4. Técnicas de análisis

3.4.1. Composición química de piel y gelatina de pota

Los análisis de humedad, grasa, proteína total y ceniza se realizaron siguiendo la metodología de la A.O.A.C, 2000, tomando piel (sin carne) y gelatina en polvo de piel de pota.

3.4.2. Análisis de las propiedades mecánicas de la película comestible

a) Resistencia a la tracción y elongación al corte

Se realizó siguiendo el método D882-02, para la prueba se utilizó un texturómetro (Texture Analyzer T. A HD Plus, Stable micro-system), con una separación inicial de 200 mm a una velocidad de 8,3 mm/s, la medida de las películas fueron 20 mm de ancho y 55 mm de largo para su análisis.

3.4.3. Análisis de las propiedades fisicoquímicas de la película comestible

a) Espesor

Se midió utilizando un vernier. Se midió en diferentes puntos de una tira de 2 x 6 cm. El resultado es el promedio de las 6 mediciones.

b) Humedad

Se realizó siguiendo la metodología de Pandia, 2020. Se cortaron 3 películas de 2 cm x 2 cm por cada tratamiento. Las muestras se colocaron en una estufa a 105°C por 24 horas. Se calculó la humedad mediante la ecuación:

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{P_o - P_f}{P_o} \times 100$$

Dónde:

P_o= Peso inicial

P_f= Peso final luego de la estufa

c) Índice de opacidad

Se determinó usando la metodología de Gómez-Estaca et al. (2008), utilizando tiras rectangulares de película, las cuales se colocaron dentro de una celda en el espectrofotómetro (longitud de onda 600 nm), se usó una celda vacía como referencia. El índice de opacidad se expresó como el valor de la absorbancia por el espesor de la película.

d) Color

Las películas fueron fotografiadas utilizando una cámara digital Canon T5 con lente de 18 MP, las muestras fueron tomadas en un mismo día entre las 10:00 - 11:00 horas, en un ambiente con luz natural a una distancia entre el lente y las muestras de 13 cm. El resultado se determina mediante el software Color Lab tomando nota de las coordenadas L*, a* y b* y el modelo cromático CIELab.

e) Solubilidad en agua

Se utilizó el método de Wu et al. (2002) , con algunas modificaciones para determinar la solubilidad de las películas, se emplearon tiras cuadradas de 2 cm y se sumergieron en 50 ml de agua a temperatura ambiente por un día. Luego se filtró con papel filtro y los restos se secaron en una estufa a 100°C por un lapso de 24 horas. La solubilidad de agua se calculó con la ecuación:

$$\text{Solubilidad (\%)} = \frac{msi - msf}{msi} \times 100$$

Donde:

msi = la masa seca inicial

msf = la masa seca final

3.4.4. Análisis fisicoquímicos de los filetes de pota

a) *Determinación de pH*

Se tomaron 10 g de filete de pota almacenados en refrigeración (4°C), en los días 0, 1, 3 y 5 y se añadió 90 ml de agua, luego se agitó hasta obtener una mezcla homogénea.

b) *Pérdida de peso*

La pérdida de peso o agua (capacidad de retención de agua), se evaluó retirando 9 trozos de filetes sin película (control) y 9 filetes recubiertos con película, que estuvieron almacenados en refrigeración (4°C), en los días 1, 3 y 5 y se registraron sus pesos individuales en una balanza analítica. El resultado de porcentaje de pérdida de peso se expresó de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Pérdida de peso (\%)} = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$$

Donde:

W_i = peso inicial

W_f = peso final

c) *Evaluación de color*

Los filetes fueron fotografiados utilizando una cámara digital Canon T5 con lente de 18 MP cada día de evaluación (0, 1, 3 y 5) entre las 14:00 - 15:00 horas, en un ambiente con luz natural a una distancia entre el lente y las muestras de 13 cm. El resultado se determina mediante el software Color Lab tomando nota de las coordenadas L^* , a^* y b^* y el modelo cromático CIELab.

3.4.5. Análisis sensorial de los filetes de pota

Para el análisis sensorial de los filetes de pota recubiertos con película y la muestra control en refrigeración se realizó tomando en cuenta los días de evaluación (0, 1, 3 y 5) y a una escala de calificación de 3 puntos, para evaluar el índice de calidad de los filetes de pota, así como lo detalla

la tabla 1:

Tabla 1

Parámetros organolépticos para los filetes de pota

Parámetro de calidad		Descripción de puntuación	Puntos
Apariencia	Bueno	Firme, elástica	3
	Regular	Flácida	2
	Malo	Muy flácida	1
Olor	Bueno	Fresco neutro	3
	Regular	Ligero olor amoniacal	2
	Malo	Olor amoniacal	1
Color	Bueno	Blanco perla brillante	3
	Regular	Blanco perla normal	2
	Malo	Blanco perla opaco	1
CLASIFICACIÓN (puntos)		Muy buena calidad: 8 – 9	
		Nivel de calidad alta: 6 – 7	
		Nivel de calidad media: 4 – 5	
		Producto inaceptable: 3	

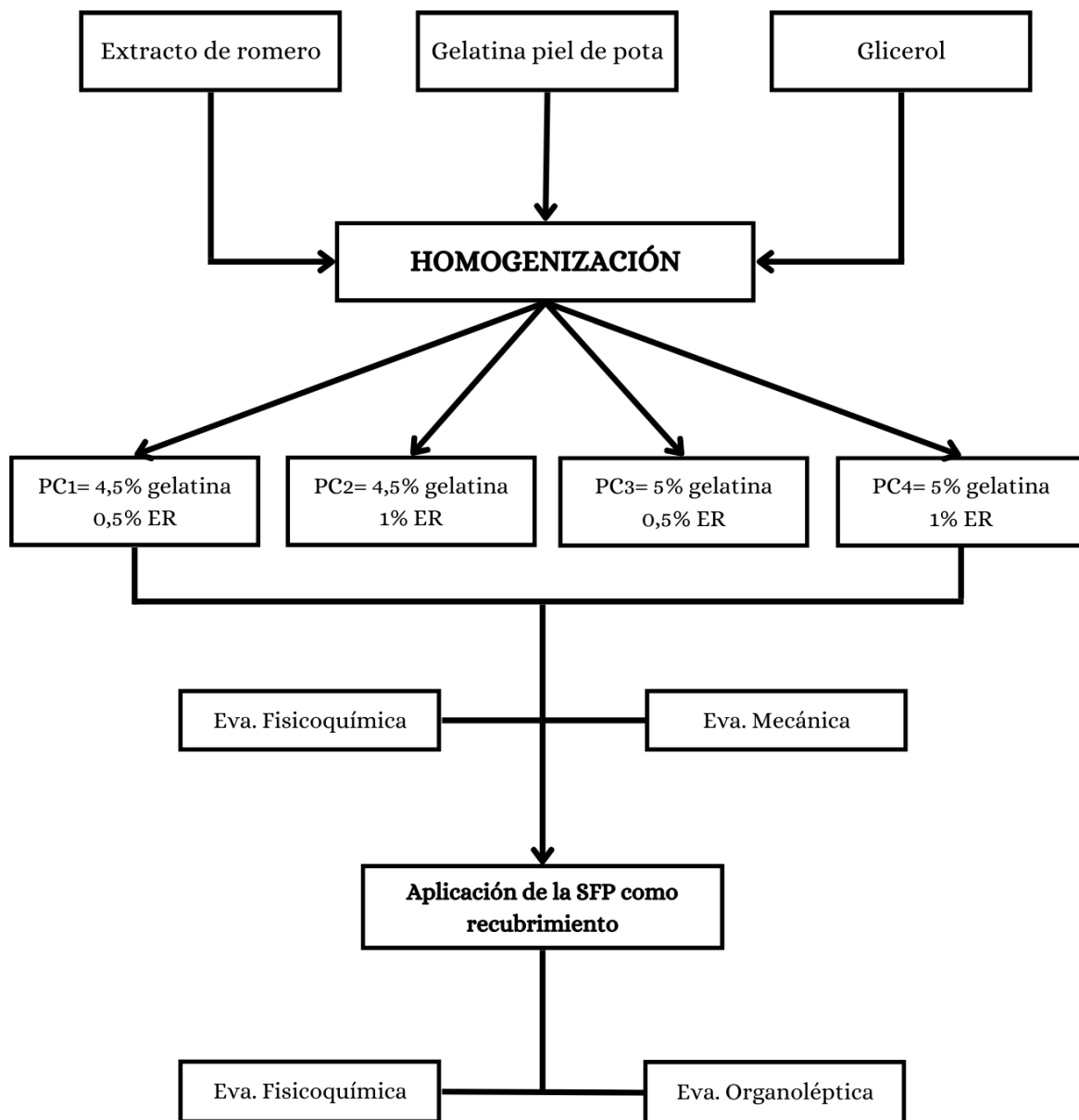
Nota: Adaptado de Román (2022)

Para el desarrollo del análisis sensorial se contó con 10 evaluadores, quienes fueron instruidos previamente, para dicho análisis y para ello emplearán la Hoja de análisis sensorial de filetes de pota recubiertos con película comestible a base de pota con extracto de romero (Anexo 15).

3.5. Metodología experimental

Figura 1

Metodología experimental de la elaboración de películas comestibles



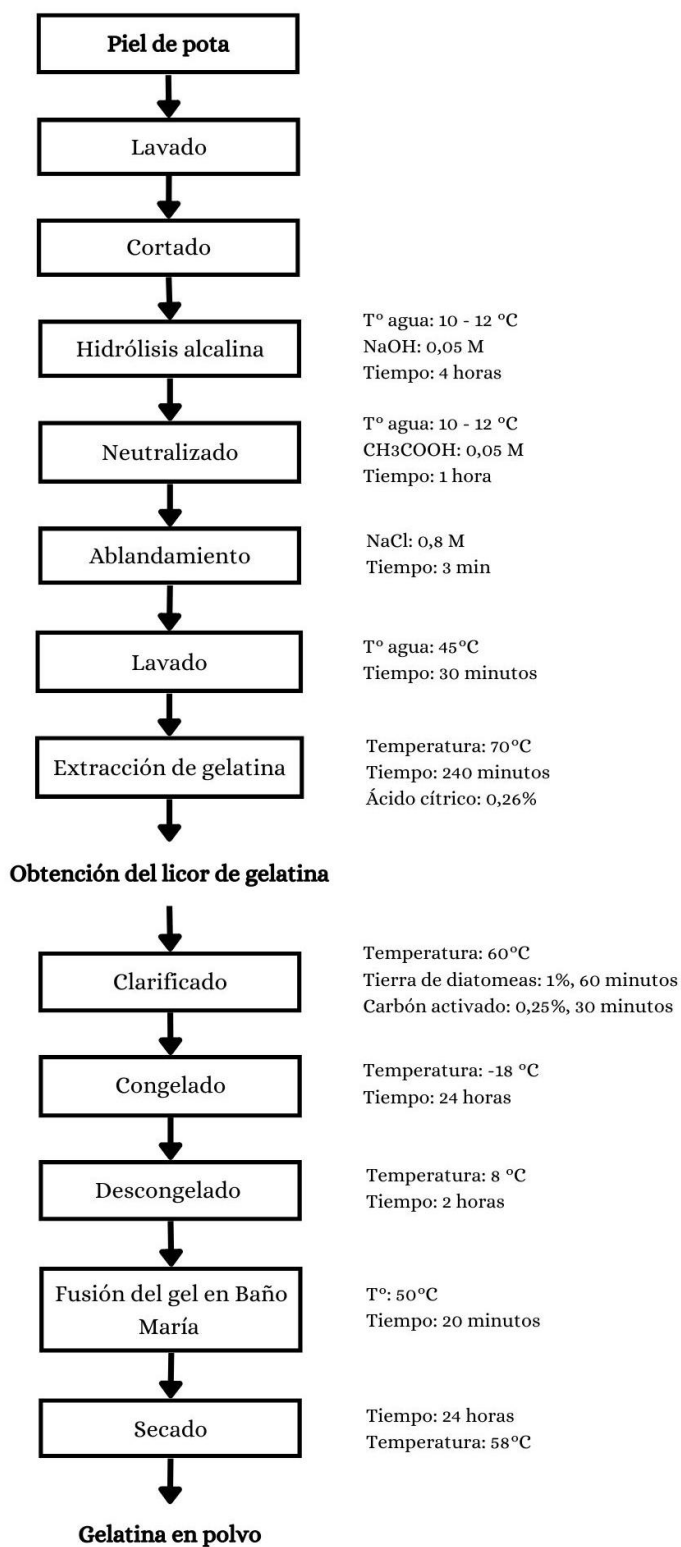
El método empleado para la obtención de gelatina tiene como referencia el método usado por Valencia y Calcino (2013) con algunas modificaciones.

- **Recepción de materia prima.** Se emplearon pieles de pota en estado fresco procedentes del terminal pesquero ECOMPHISA de Santa Rosa e inmediatamente fueron llevadas al laboratorio.
- **Lavado.** Se lavó las pieles con agua corriente.
- **Cortado.** Se retiraron los restos de carne y se cortó la piel en cuadrados de 1 cm.
- **Pesado.** Se pesó 2 kg de piel limpia.
- **Hidrolisis alcalina.** Se lavaron las pieles con una solución de NaOH 0,05 M en proporción 1:1, durante 4 horas. Después se escurrieron y se desechó el licor.
- **Neutralización.** Luego, se mezclaron las pieles con una solución de CH₃COOH al 0,05 M en una proporción de 1:1 y se agitó por 1 hora, hasta obtener un pH neutro.
- **Filtración.** Después de agitar se filtró hasta que desaparezca el licor.
- **Ablandamiento.** En esta etapa el material se enjuagó tres veces con una solución de NaCl 0,8 M, utilizando 3 minutos cada vez hasta desechar el licor filtrado.
- **Lavado.** Posteriormente se lavó dos veces con agua destilada a 45°C agitando durante 30 minutos, se filtró dos veces y se desechó el filtrado.
- **Extracción.** Las pieles pretratadas se mezclaron con 1 L de agua destilada y ácido cítrico al 0,26% (Pandía, 2020); y se trataron a una temperatura de 70°C por un tiempo de 240 minutos. Una vez filtrado, se guardó el licor para su clarificación.
- **Clarificación.** El licor se trató con tierra de diatomeas al 1% a 60°C durante 60 minutos. Se filtró y se trató con carbón activado al 0,25%, a 60°C por 30 minutos. Se filtró el licor con el papel Whatman N°02.

- **Congelado.** El licor clarificado se congeló a -18°C por 24 horas (Bravo et al, 2019)
- **Descongelado.** El agua excedente se separó del gel por descongelación a una temperatura de 8°C durante 2 horas (Bravo et al., 2019).
- **Fusión del gel en Baño María.** El gel se llevó a baño maría a 50°C por un tiempo de 20 minutos (Bravo et al., 2019)
- **Secado.** El licor se colocó en placas Petri a 58°C por 24 horas en una estufa.

Figura 2

Diagrama de flujo de la extracción de gelatina de piel de pota.

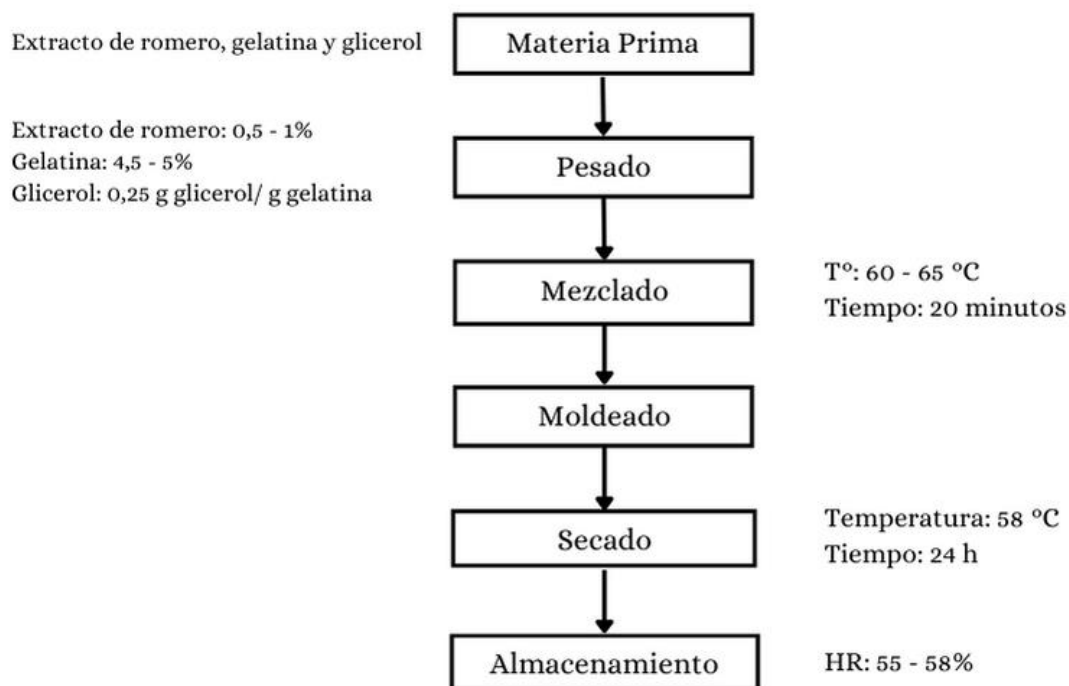


El método empleado para la elaboración del recubrimiento comestible tiene como referencia la metodología desarrollada por Pandia-Estrada et al. (2021)

- **Recepción de materia prima.** Se realiza la recepción de la gelatina de piel de pota, extracto de romero y el glicerol.
- **Pesado.** Se pesó las cantidades de gelatina (4,5 – 5 %p/v, X_1), extracto de romero (0,5 - 1 % v/v, X_2) y glicerol (0.25 g glicerol/g gelatina).
- **Mezclado.** La gelatina se disolvió completamente en agua destilada a 60°C con ayuda de un agitador magnético. La solución de gelatina se mantuvo en agitación constante, luego se añadió glicerol y extracto de romero, se mezclaron durante 20 min a 400 rpm a temperatura de 65°C.
- **Moldeado.** Las soluciones fueron vertidas en moldes de silicona, 25 ml.
- **Secado.** Los moldes de silicona son llevadas a una estufa de secado a 58°C por 24 horas.
- **Almacenamiento.** Las películas se colocaron en un desecador a temperatura ambiente hasta la realizar las pruebas necesarias para su caracterización.

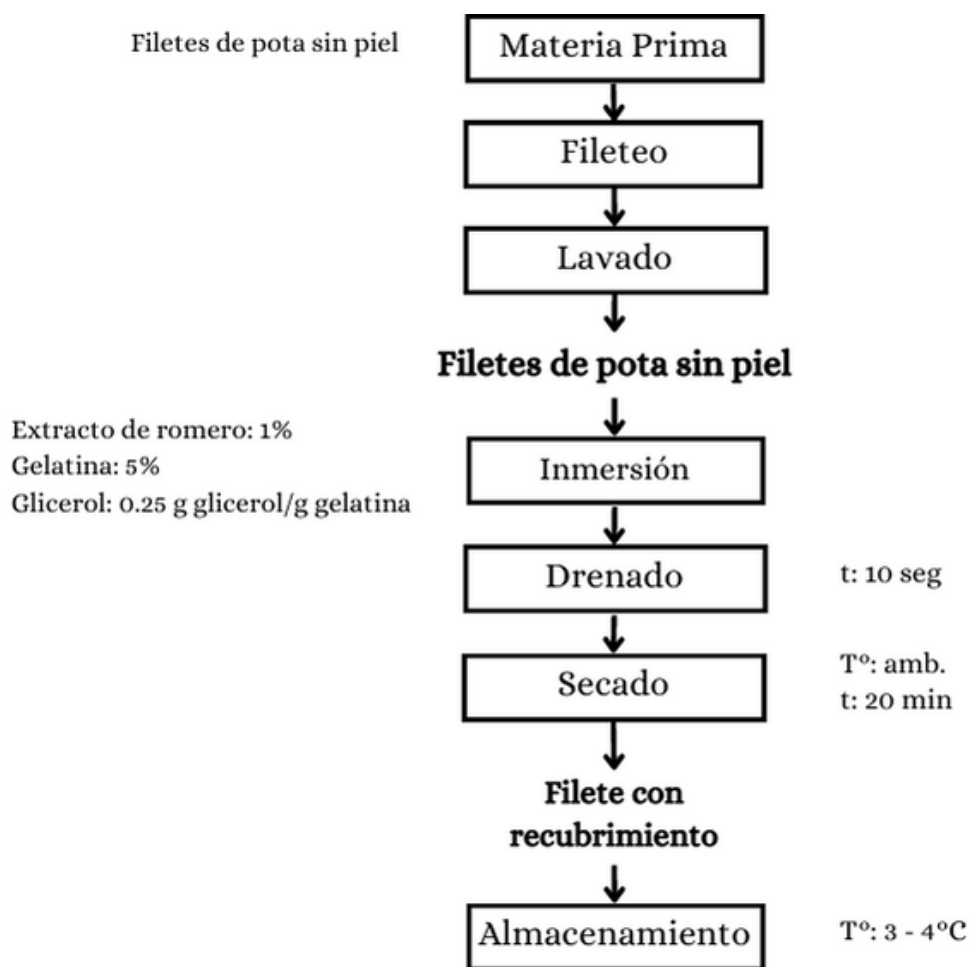
Figura 3

Elaboración de películas comestibles de gelatina de piel de pota y extracto de romero



La formulación que presentó mejores propiedades mecánicas y fisicoquímicas se utilizó como recubrimiento en los filetes de pota.

- **Materia prima.** Las condiciones de recepción de los filetes de pota fresca fueron a 2 °C de temperatura.
- **Fileteo.** Se realizó el fileteo con un tamaño de 10 cm aproximadamente.
- **Lavado.** Se lavó para quitar las impurezas.
- **Inmersión.** Los filetes de pota fueron recubiertos durante 1 minuto por inmersión con la solución formadora de película. Se drenó el exceso.
- **Secado.** Los filetes de pota recubiertos se secaron a temperatura ambiente por 20 minutos, para posteriormente analizarlos.

Figura 4*Aplicación de recubrimiento a filetes de pota***3.5.1. Diseño de contrastación de hipótesis**

Se consideraron como variables a las concentraciones de gelatina de piel de pota (X_1) y extracto de romero (X_2). Todas las combinaciones se obtuvieron con el método completamente al azar con dos factores (Tabla 2). Como variables de respuesta fueron Y_1 (resistencia a la tracción), Y_2 (elongación al corte), Y_3 (espesor), Y_4 (humedad), Y_5 (opacidad) y Y_6 (solubilidad en agua). De acuerdo con las variables de respuesta evaluadas, se determinó la mejor formulación para así aplicarlo como recubrimiento comestible. Los resultados de éstas fueron analizados usando

ANOVA (Análisis de varianza) p-valor 0,05, para la significancia y luego se comparó con la prueba de Tukey usando Microsoft Excel 2019 e IBM SPSS Statistics 25.

Tabla 2

Diseño completamente aleatorio con 2 factores

Tratamiento	X₁: Gelatina de piel de pota (%)	X₂: Concentración de extracto de romero (%)
1	4,5	0,5
2	4,5	0,5
3	4,5	0,5
4	4,5	1,0
5	4,5	1,0
6	4,5	1,0
7	5,0	0,5
8	5,0	0,5
9	5,0	0,5
10	5,0	1,0
11	5,0	1,0
12	5,0	1,0

IV. Resultados y discusiones

4.1. Análisis de la composición química de la piel de pota

Tabla 3

Composición química de la piel de pota

Componente	Resultado (%)
Humedad	78,84 ± 0,0525
Proteína total	14,68 ± 0,0134
Grasa	1,03 ± 0,0058
Ceniza	0,98 ± 0,0518

Nota: Los valores representan la media ± SD (n = 3).

La piel de pota tuvo una humedad de 78,84% (Tabla 3), este valor es cercano a lo reportado por Valencia y Calcino (2013), quienes obtuvieron un valor que oscila entre 80 – 82,73% de humedad para las pieles de la misma especie.

La composición química de las especies “están fuertemente relacionadas con la nutrición, la temporada de captura, la variación sexual, el tamaño de los peces, el área de vida y otras condiciones ambientales” (Alparslan et al., 2014, p. 327). A pesar de ello, valores similares fueron encontrados por Valencia y Calcino (2013) quienes reportan un contenido proteico entre 12,5 – 13,99% en pieles de pota.

4.2. Análisis de la composición química de la gelatina extraída de piel de pota.

Tabla 4

Composición química de la gelatina de piel de pota

Componente	Resultado (%)
Humedad	9,44 ± 0,0078
Proteína total	67,5 ± 0,0101
Grasa	0,90 ± 0,0208
Ceniza	1,92 ± 0,0191

Nota: Los valores representan la media ± SD (n = 3).

Con respecto a la gelatina, tabla 4, el valor de humedad fue de 9,44%, valor que está dentro del rango recomendado de 9% - 14% según Trindade et al. (2014) debido a que un valor entre 6 y 8% complicaría la determinación de las propiedades físicas debido a su carácter higroscópico. Similar resultado obtuvo Valencia y Calcino (2013) quienes reportaron 12,4% de humedad para la gelatina de piel de pota. Los resultados no pueden compararse con otras investigaciones sobre gelatina de piel de pota debido al número limitado de estudios sobre esta especie marina. Sin embargo, para Neyra (2014), las variaciones se pueden deber al proceso de secado empleado para la obtención de la gelatina.

Por otro lado, el contenido de proteína promedio fue de 67,52%, similar resultado obtuvo Valencia y Calcino (2013) con 70% de proteína para la gelatina de piel de pota. Estos resultados son menores si consideramos que Hoque et al. (2011), obtuvieron 88,21% de proteína para la gelatina de calamar sepia (*Sepia pharaonis*), concluyendo que el contenido proteico está influenciado por la especie o tejido del cual es extraída y por el proceso de extracción.

El contenido máximo de cenizas recomendado para la gelatina es de 3 % (Norma Técnica Peruana, 2017). El contenido de ceniza hallado fue de 1,92%, estando dentro de lo estipulado por la Norma Técnica Peruana. El resultado sugirió que el proceso de extracción utilizado dio lugar a un bajo contenido tanto de lípidos como de materias inorgánicas en la gelatina resultante.

4.3. Análisis de las películas comestibles.

4.3.1. Propiedades mecánicas

Tabla 5

Resultados de las pruebas mecánicas realizadas a las películas

Tratamiento	Resistencia a la tracción (MPa)	Elongación al corte (%)
PC1	6,804 ± 1,211 ^a	104,399 ± 12,89 ^a
PC2	2,954 ± 0,373 ^b	156,533 ± 10,61 ^b
PC3	2,685 ± 0,865 ^b	129,853 ± 8,63 ^{ab}
PC4	4,400 ± 0,419 ^b	133,165 ± 13,45 ^{ab}

Nota: Los valores representan la media ± SD (n = 3). a,b/ las diferencias estadísticas se indican en la misma columna (p< 0,05)

Conforme a los resultados reflejados en la Tabla 5, el tratamiento PC1 mostró un valor de resistencia (RT) de 6,804 MPa, la cual presenta significancia (p<0,05), con respecto a las demás muestras y representa el valor más alto. Los valores de resistencia disminuyeron con el incremento del extracto. De la misma manera Du et al. (2021), señalan que en niveles superiores a 0,05% de extracto de romero, el comportamiento de la RT es decreciente.

Varios autores han encontrado valores tanto altos como bajos de RT, que lo reportado en este trabajo, Jongjareonrak et al. (2008) expusieron valores de 56,20 y 42,63 MPa de resistencia de películas de gelatina extraída de especies como el pargo rojo raya marrón y ojo grande, respectivamente. Esta especie probablemente presenta una textura muscular muy superior en comparación con la pota, que es extremadamente tierna, lo que significa que las características intrínsecas pueden influir en su resistencia mecánica (Blanco-Pascual et al., 2013).

Los valores del porcentaje de elongación al corte (E) según la Tabla 5, oscilaron entre 104,399 y 156,533 %, mostrando diferencias significativas en PC1 Y PC2 (p< 0,05). Cuanto más

extracto de romero se añadió, mayor fue el valor de Elongación. Ningrum et al. (2021) también informó un aumento de los valores de elongación a medida que se añadía una mayor concentración de eucalipto y cúrcuma, eso es porque el EO puede actuar como plastificante y hacer que las películas se vuelvan más plásticas. Asimismo, el porcentaje de elongación de la biopelícula a base de almidón aumentó a medida que se añadía mayor concentración aceite esencial de romero (Sánchez y Valdez, 2019). Deanti et al. (2018), afirmaron que agregar más ingredientes activos podría estirar el espacio intermolecular de la red de la matriz de la película y disminuir la cantidad de enlaces de hidrógeno internos, lo que reduce la fragilidad de la biopelícula y aumenta el porcentaje de elongación. Las películas comestibles por lo regular presentan una resistencia más baja que las comunes películas plásticas, en tanto que su alargamiento a la rotura varía ampliamente. Por lo expuesto los distintos valores señalados en esta investigación con lo encontrado por otros autores se pueden derivarse de la composición de la película, es decir al tipo de gelatina usada, ingredientes activos y a las condiciones de elaboración de la película.

4.3.2. Propiedades fisicoquímicas

4.3.2.1. *Espesor*

Tabla 6

Resultados de la medición de espesor

Tratamiento	Espesor (mm)
PC1	0,035 ± 0,001
PC2	0,037 ± 0,001
PC3	0,034 ± 0,000
PC4	0,036 ± 0,001

Nota: Los valores representan la media ± SD (n = 3).

El espesor es una característica notable que influye en las propiedades mecánicas y depende de la solución formadora además de las condiciones de secado. En la Tabla 6, se indica que el

espesor está en un rango que va de 0,034 a 0,037 mm, con el aumento de la concentración de extracto no se observó diferencia significativa en la PC1 y PC2 ($p > 0,05$). De la misma manera, Pandia-Estrada et al. (2021) reportó que con la disminución de la gelatina y la adición de extracto de orégano al 4, 6 y 8 %, causaron un incremento del espesor en sus películas comestibles ($p < 0,05$).

4.3.2.2. Humedad

Tabla 7

Resultados de la medición de humedad

Tratamiento	Humedad (%)
PC1	$19,28 \pm 2,55^a$
PC2	$12,25 \pm 1,07^a$
PC3	$19,64 \pm 0,53^b$
PC4	$13,17 \pm 1,44^b$

Nota: Los valores representan la media \pm SD ($n = 3$). a,b/ las diferencias estadísticas se indican en la misma columna ($p < 0,05$)

En la tabla 7, se muestra que la humedad disminuye al incrementarse la concentración de extracto de romero (PC2 y PC4), observándose una diferencia significativa ($p < 0,05$). Bergo et al. (2013) sostienen que la humedad influye sobre las propiedades mecánicas, además está vinculada con el tipo y concentración del plastificante, en su investigación evaluaron que, al emplear glicerol en la elaboración de películas, tuvieron un mayor efecto hidrófilo a diferencia de otros plastificantes. Ningrum et al. (2021), informaron que las biopelículas hechas con gelatina extraída de piel de atún y glicerol reportaron un contenido de humedad entre 15,86 a 19,56%, sin embargo, las películas con sorbitol reportaron niveles bajos de humedad de 11,60%. Con el fin de aplicarlos se necesitan películas con valores bajos de humedad (Pandia-Estrada et al., 2021).

4.3.2.3.Opacidad

Tabla 8

Resultados de la medición del índice de opacidad

Tratamiento	Índice de opacidad
PC1	6,353 \pm 0,18
PC2	6,000 \pm 0,00
PC3	6,422 \pm 0,07
PC4	6,059 \pm 0,20

Nota: Los valores representan la media \pm SD (n = 3).

La opacidad de un material refleja la proporción de luz que deja pasar, de modo que se vincula con la transparencia (Vejdan et al., 2016). Según Catucuago (2018), señalan que una alta transparencia en películas a base de gelatina influye en el deterioro oxidativo, pérdidas de nutrientes y en la producción de sabores no agradables. Sin embargo, el aumento de la opacidad puede reducir la aceptabilidad del producto pues el aspecto visual muchas veces determina la demanda en los alimentos.

La Tabla 8 indica los valores de opacidad de las películas, evaluados en un rango de luz visible (600 nm). La adición del extracto de romero en niveles altos ocasionó una disminución en la opacidad, no generando diferencia significativa ($p > 0,05$). A diferencia de Pandia-Estrada et al. (2021) quienes expusieron que con la adición del extracto de orégano aumentó la opacidad.

Al respecto Catucuago (2018) reportó que al adicionar extracto fenólico y procianidinas (1 mg/ml) en películas de gelatina extraída de pescado causó un incremento en la opacidad en 1,71 a 2,97 aproximadamente. Sin embargo, las películas con menor contenido de extracto no mostraron diferencia significativa. Gómez-Estaca et al. (2009), mencionaron que las películas de pieles de atún presentaron 0,377 de índice de opacidad, al adicionar extracto de orégano concentrado y extracto de romero a la formulación causó un ligero aumento en las películas resultantes, siendo

la opacidad de 0,655 y 0,557 respectivamente. Por lo tanto, las discrepancias en los resultados con respecto a esta variable de respuesta con lo indicado por otros autores pueden derivarse de la naturaleza de los componentes y a su concentración.

4.3.2.4. Color

Tabla 9

Resultados de la medición de color

Tratamientos	Parámetros de color		
	L*	a*	b*
PC1	69,530 ± 2,821	-0,340 ± 0,404 ^{ab}	4,903 ± 1,488
PC2	67,056 ± 1,998	-0,389 ± 0,096 ^a	7,532 ± 1,185
PC3	68,120 ± 1,676	0,163 ± 0,218 ^{ab}	8,427 ± 2,850
PC4	66,593 ± 0,713	0,380 ± 0,292 ^b	7,040 ± 0,937

Nota: Los valores representan la media ± SD (n = 3). a,b/ las diferencias estadísticas se indican en la misma columna (p< 0,05)

El color es un parámetro importante en la elaboración de películas comestibles, según el tipo de extracto vegetal y la concentración que se incorpore a las películas, generara cambios de color (Silva-Weiss et al., 2013). Los parámetros L*, a* y b* se emplearon como referencia para detallar la variabilidad del color en los tratamientos (Tabla 9).

El parámetro L* puede tomar valores entre 0 y 100, dependiendo de la luminosidad, en la Tabla 9, se aprecia que estos no presentaron diferencia significativa (p> 0,05). Al respecto Pandia (2020), al evaluar el color de películas de gelatina de piel de perico reportó un valor de L* de 20,29 al inicio que fue disminuyendo al incorporar extracto de orégano (2, 4, 6 y 8%) alcanzando un valor de 13,81, en tanto Hoque et al. (2011) obtuvieron un valor de 91,29 en biopelículas hechas a base de gelatina extraída de piel de calamar sepia. Para Caldas (2019) los valores para la

luminosidad estuvieron entre 96,65 a 97,21 para películas comestibles de aloe vera. La diferencia en los valores de L* entre esta investigación y otros autores se debe a la pigmentación de la gelatina y del color característico de los extractos empleados.

No obstante, para los valores de a* de rojo (+a*) a verde (-a*) (Monroy, 2019), las muestras con mayor concentración de gelatina pasaron de -0,389 a 0,380, resultando en valores más rojizos evidenciándose una diferencia significativa ($p < 0,05$), esto puede producirse como consecuencia de los pigmentos presentes en la gelatina.

Mientras que para la coordenada b* que va de amarillo (+b*) a azul (-b*) (Monroy, 2019), se observa que, al incrementar el contenido de extracto de romero, presenta un aumento progresivo del color amarillo, no presentaron diferencias significativas. Du et al. (2021) también informaron que a medida que aumentaba la concentración de romero, la película se volvía más oscura, más amarilla y ligeramente rojiza, estos cambios pueden derivarse de la oxidación de los compuestos fenólicos del romero.

4.3.2.5. Solubilidad

Tabla 10

Resultados de la medición de solubilidad

Tratamiento	Solubilidad en agua (%)
PC1	$9,205 \pm 2,56^a$
PC2	$43,653 \pm 7,94^c$
PC3	$7,496 \pm 0,04^a$
PC4	$25,542 \pm 6,88^b$

Nota: Los valores representan la media \pm SD (n = 3). a,b,c/ las diferencias estadísticas se indican en la misma columna ($p < 0,05$)

Como se observa en la Tabla 10, la adición de mayor concentración de extracto a las formulaciones incrementa la solubilidad en agua ($p < 0,05$). La solubilidad más baja fue 7,496%

correspondiente a la PC3, mientras que la más alta fue la PC2 de 43,653%. Según Al-Sereiti et al. (1999), el aumento de la solubilidad estaría relacionado a que los componentes fenólicos del extracto de romero forman cadenas hidrofóbicas de manera que afectan las funciones de las proteínas.

Similares resultados obtuvieron Gómez-Estaca et al. (2010), quienes informaron que la solubilidad aumentó de 26% a 41% cuando se agregó aceite esencial de clavo. De la misma manera, Kavosi et al. (2014) observaron una mayor solubilidad al incorporar aceite esencial de *Zataria multiflora* en películas de gelatina. Arts et al., (2002) también mencionaron que las interacciones entre compuestos polifenólicos y proteína están asociados con la concentración de los componentes, pH y temperatura.

Según Hosseini et al. (2016), las películas hechas a partir de gelatina tienen alta solubilidad, e insuficiente resistencia, a causa de la naturaleza higroscópica que presenta la proteína. Además, la solubilidad está sujeta al tipo de proteína que se emplea para su obtención, que está vinculada a la composición intrínseca de cada matriz proteica (Pandya, 2020).

4.4. Análisis fisicoquímicos de los filetes

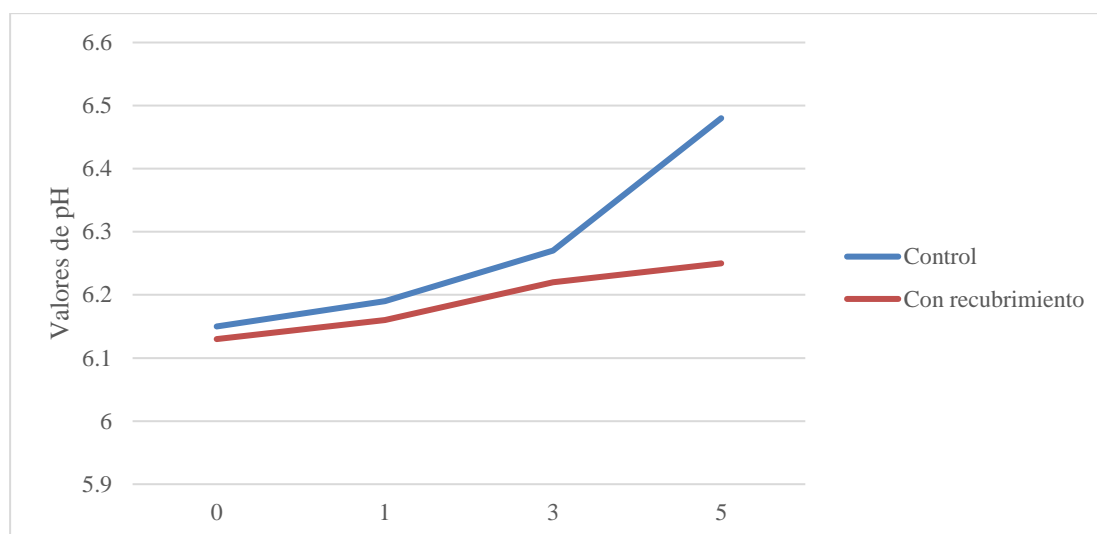
4.4.1. pH

Tabla 11

Resultados de la medición de pH

Tratamiento	Tiempo de almacenamiento (días)			
	0	1	3	5
Control	6,15 ± 0,0153 ^c	6,19 ± 0,0058 ^c	6,27 ± 0,0058 ^b	6,48 ± 0,0907 ^a
Con recubrimiento	6,13 ± 0,0058 ^a	6,16 ± 0,0115 ^b	6,22 ± 0,0351 ^{ab}	6,25 ± 0,0058 ^a

Nota: Los valores representan la media ± SD (n = 3). a,b,c/ las diferencias estadísticas se indican en la misma columna (p < 0,05)

Figura 5*Resultados de la medición de pH*

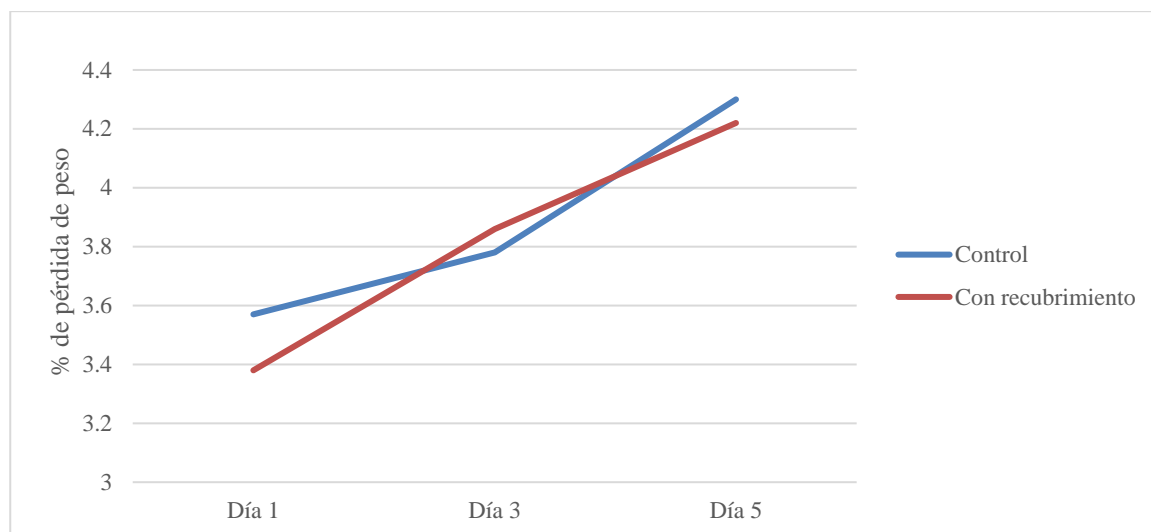
En la Tabla 11 y en la Figura 5, se contempla que el pH de los filetes de pota con el recubrimiento mostró un ligero incremento, exhibiendo valores bajos de pH comparados con los filetes de control hasta el día 5 ($p < 0,05$). Du et al. (2021), de manera similar señalan que el aumento más lento de pH de la carne de la carpa herbívora durante el almacenamiento en frío fue la película compuesta con concentración de extracto de romero, lo que podría deberse a ciertos inhibidores del extracto sobre la carne de pescado.

4.4.2. Pérdida de peso

Tabla 12*Resultados de la medición de pérdida de peso*

Tratamiento	Tiempo de almacenamiento (días)		
	1	3	5
Control	3,57 ± 0,358	3,78 ± 0,539	4,30 ± 0,479
Con recubrimiento	3,38 ± 0,405	3,86 ± 0,822	4,22 ± 0,729

Nota: Los valores representan la media ± SD (n = 3).

Figura 6*Resultados de la medición de pérdida de peso*

Como se detalla en la Tabla 12, no existe significancia entre los valores de pérdida de peso de los filetes de control y con recubrimiento durante el almacenamiento. La película comestible disminuyó la pérdida de peso en las muestras de filete de pota durante los días de almacenamiento frente al control (Figura 6). Por lo que el porcentaje de pérdida de peso estuvo en un rango de 3,57 a 4,30 y 3,38 a 4,22 para control y con recubrimiento, respectivamente. Esto puede deberse a que la gelatina de pescado añadida en la película comestible podría actuar como barrera de vapor de agua para disminuir la pérdida de peso del filete de pescado (Tongnuanchan et al., 2016).

Vital et al. (2016), evaluaron este mismo comportamiento en recubrimiento comestible a base de alginato y antioxidantes naturales (aceites esenciales de romero y orégano), el cual redujo significativamente la pérdida de peso en muestras de carne durante todos los días de evaluación. Mezhoudi et al. (2022) también observaron una disminución de pérdida de peso de filetes de tiburón sabueso (*Mustelus mustelus*) recubiertos con soluciones de recubrimiento a base de gelatina extraída de la piel del pez ballesta gris (*Balistes capriscus*) con extracto de Moringa oleífera después de 6 días de almacenamiento, la disminución observada, podría explicarse por la

habilidad de la gelatina de retener el agua y los compuestos fenólicos del extracto, debido a que podrían mejorar la retención de agua y evitar la pérdida de humedad fuera del filete. lo que reafirma la relación de los resultados obtenidos.

4.4.3. Color

– L^*

Tabla 13

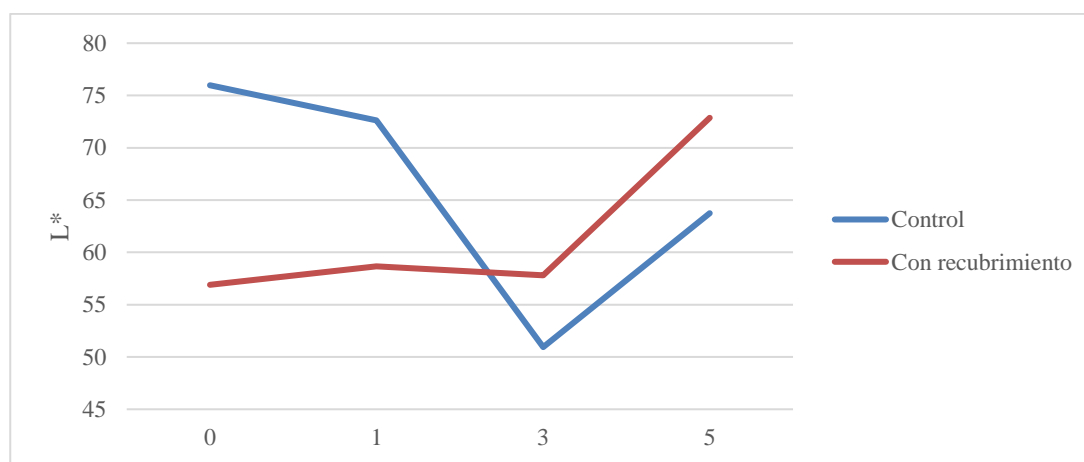
*Resultados de la medición del color L^**

Tratamiento	Tiempo de almacenamiento (días)			
	0	1	3	5
Control	75,975 \pm 3,360 ^a	72,618 \pm 5,734 ^a	50,940 \pm 8,529 ^c	63,744 \pm 4,410 ^b
Con recubrimiento	56,898 \pm 5,879 ^b	58,650 \pm 7,813 ^b	57,819 \pm 3,650 ^b	72,863 \pm 5,497 ^a

Nota: Los valores representan la media \pm SD (n = 9). a,b,c/ las diferencias estadísticas se indican en la misma columna (p< 0,05)

Figura 7

*Resultados de la medición del color L^**



En la Tabla 13, los valores de L^* presentaron diferencia significativa (p< 0,05). El oscurecimiento de la muestra control se hizo más evidente en comparación con las muestras con recubrimiento (Figura 7). Evaluar este parámetro es importante dado que repercute en la calidad

de los filetes de pota, esto puede deberse al contenido de su pigmento omocromo y carotenoide (Ezquerro-Brauer y Chan-Higuera, 2021).

- a^*

Tabla 14

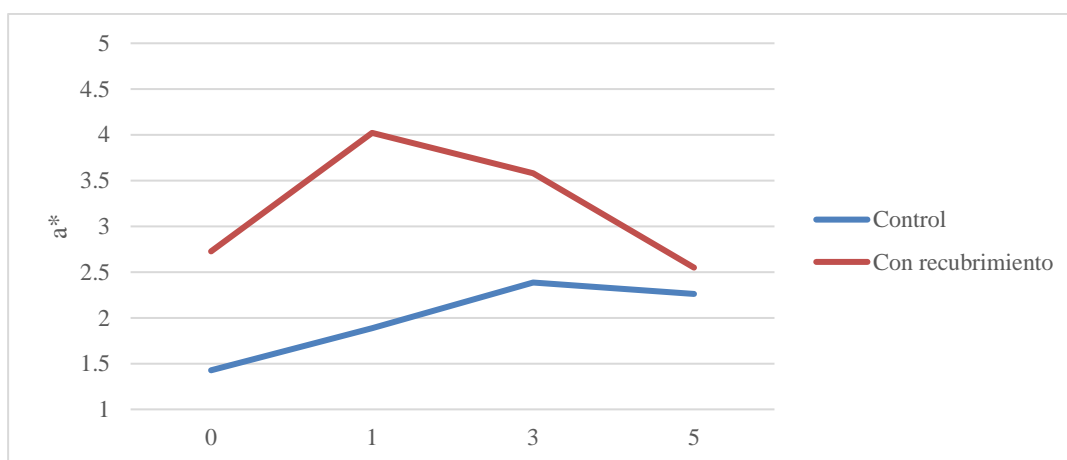
*Resultados de la medición de color a^**

Tratamiento	Tiempo de almacenamiento (días)			
	0	1	3	5
Control	1,427 ± 1,880	1,888 ± 0,736	2,386 ± 0,926	2,262 ± 0,890
Con recubrimiento	2,725 ± 0,648	4,021 ± 1,770	3,581 ± 1,664	2,549 ± 1,213

Nota: Los valores representan la media ± SD (n = 9).

Figura 8

*Resultados de la medición de color a^**



Para los valores a^* , la Tabla 14 refleja que los filetes de control y los filetes con recubrimiento no presenta diferencia significativa ($p > 0,05$). En la Figura 8 se observa que el valor de a^* , es similar al culminar los días de evaluación para ambos tratamientos. Los cambios en a^* , indican una ligera pérdida del color propio del filete debido a la capacidad antioxidante del extracto (Pandya, 2020).

– b^*

Tabla 15

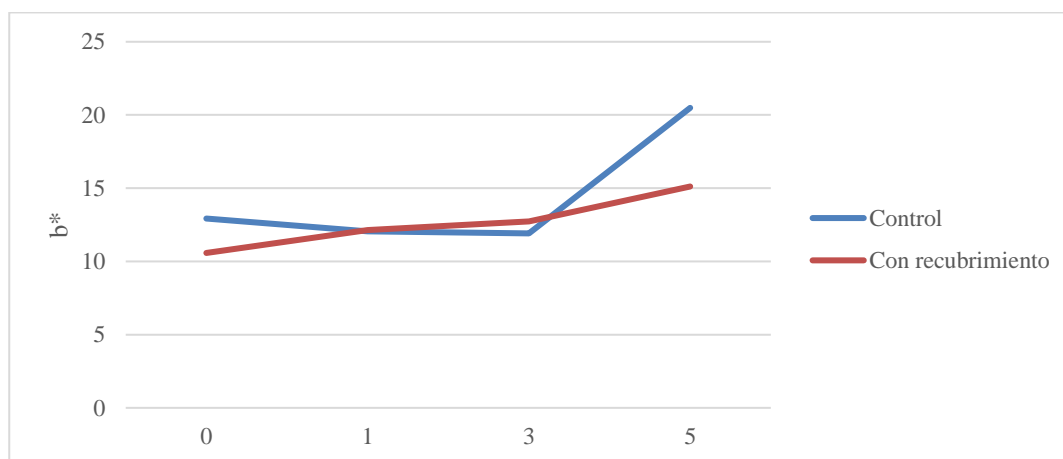
*Resultados de la medición de color b^**

Tratamiento	Tiempo de almacenamiento (días)			
	0	1	3	5
Control	12,917 \pm 2,091 ^b	12,048 \pm 2,026 ^b	11,912 \pm 3,432 ^b	20,486 \pm 2,462 ^a
Con recubrimiento	10,577 \pm 1,571 ^b	12,141 \pm 2,124 ^b	12,731 \pm 2,343 ^{a,b}	15,115 \pm 0,861 ^a

Nota: Los valores representan la media \pm SD (n = 9). a,b/ las diferencias estadísticas se indican en la misma columna ($p < 0,05$)

Figura 9

*Resultados de la medición de color b^**



Respecto a b^* , la Tabla 15 muestra que el tratamiento control en el día 5 alcanzó un valor de b^* más alto, lo que refleja que el color naranja del músculo de pota fue más intenso respecto al tratamiento con recubrimiento (Figura 9), con diferencia significativa ($p < 0,05$). Según Ezquerra-Brauer y Chan-Higuera (2021), el cambio de color de amarillo a rojo se puede atribuir a la presencia de pigmentos tales como carotenoides y omocromos presentes en la piel.

4.5. Análisis sensorial de los filetes

Tabla 16

Resultados de la evaluación sensorial

Atributos	Tratamiento	Días de almacenamiento			
		0	1	3	5
Apariencia	Control	3	3	2	1
	Con recubrimiento	3	3	3	3
Olor	Control	3	2	1	1
	Con recubrimiento	3	3	3	3
Color	Control	3	3	2	1
	Con recubrimiento	3	3	3	3

La calificación de los filetes de pota control y con recubierto durante el almacenamiento, de acuerdo con la apariencia, olor y color se presentan en la Tabla 16. Del mismo modo en el Anexo 13, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de los filetes de pota para cada atributo, cuya interpretación se detallará a continuación para cada atributo evaluado.

La muestra control y con recubrimiento, al inicio del procesamiento, presentan un puntaje acumulado de 9, calificado en el nivel máximo de muy buena calidad. En la evaluación de apariencia física realizada por los 10 integrantes del grupo degustador, los dos primeros días tiene comportamientos muy similares los filetes control y con recubrimiento, el tercer día se observa una caída en la apariencia de los filetes control, mientras que los filetes recubiertos mantuvieron sus características de apariencia física hasta el final de la prueba, de aquí se puede analizar el tratamiento con recubrimiento mantuvo la apariencia durante todo el período de almacenamiento, ya que reduce la probabilidad de degradación de la proteína miofibrilar debido a varios factores intrínsecos, incluidos el contenido de grasa, los procesos microbianos y autolíticos (Li et al., 2012).

El siguiente atributo por analizar es el olor, en la Tabla 16, se puede observar que la muestra

control hasta el segundo día de evaluación mantiene su característica de olor similar al filete con película, sin embargo, los filetes con película mantienen el olor en una puntuación de bueno, por lo menos en los 5 días de evaluación.

El siguiente parámetro por evaluar es el color, como se observa en la Tabla 16 la evaluación del color en la muestra control tuvo una caída en la puntuación por parte de los evaluadores alrededor del tercer día de evaluación, mientras que el color se mantuvo en los filetes con recubrimiento. Como se puede apreciar el comportamiento de la apariencia y del color, presenta una similitud, por lo cual se puede identificar una correlación directa.

De manera similar a nuestros resultados, se observó una puntuación sensorial alta para la textura, la firmeza, el olor y el color en la carne de mori (*Cirrhinus mrigala*) recubierta con la formulación a la que le incorporaron extracto de romero (Nawaz et al., 2020), Resultados similares de análisis sensoriales al tratar carpa cruciana (*Carassius auratus*) también reportaron el aumento de vida útil mediante el tratamiento extracto de romero (Li et al., 2012).

Albrecht et al. (2006), analizaron muestras de pota en forma cruda y cocida y determinaron la aceptabilidad sensorial hasta los 5 días a 10°C. Este resultado fue consistente con lo nuestro, por lo menos en los 5 días de evaluación los filetes con película mantuvieron sus características de apariencia, color y olor, por lo que es evidente el mejoramiento en la calidad de los filetes de pota. A diferencia de la muestra control que fue casi inaceptable en el día 5 de almacenamiento, ya que la puntuación general sensorial fue de 3 y este es considerado como producto rechazable. Por lo tanto, los filetes recubiertos podrían prolongar la vida útil de los filetes de pota frescos entre 1 y 5 días, en comparación con los filetes de control. Estos resultados fueron consistentes con los valores de pH y pérdida de peso.

V. Conclusiones

- Se realizó los análisis químicos a la piel de pota; determinado lo siguiente: 78,84% de humedad, 14,68% de proteína total, 1,03% de grasa y 0,98% de ceniza.
- Se realizó los análisis químicos a la gelatina de piel de pota; determinado lo siguiente: 9,44% de humedad, 67,5% de proteína total, 0,90% de grasa y 1,92% de ceniza.
- El mejor tratamiento fue PC4, con 5% de gelatina de piel de pota, 0,250 g glicerol/g gelatina y 1% extracto de romero, el cual presentó 4,4MPa de resistencia, 133,16%, de elongación, 0,036 mm de espesor, 13,17% de humedad, 25,542% de solubilidad en agua, 6,059% de opacidad, L* de 68,120%, a* de 0,380% y b* de 7,040%.
- Se determinó que la resistencia a la tracción presentó mejores resultados a menor concentración de extracto de romero (PC1), por otro lado, respecto a la elongación se determinó mejores resultados al adicionar extracto de romero (PC4). Así mismo, la adición de extracto de romero incrementa el espesor, la solubilidad y el color, sin embargo, la humedad y opacidad disminuye.
- Se determinó que las pruebas sensoriales y fisicoquímicas de los filetes de pota del tratamiento PC4 exhibe una aceptabilidad en cuanto a los atributos que se evaluaron (apariencia, color y olor) hasta por 5 días en refrigeración, por lo que se concluye que este tratamiento mantuvo su calidad organoléptica. Por último, los parámetros de color evaluados en los filetes evidenciaron que el recubrimiento es capaz de mantener la coloración a niveles aceptables.

VI. Recomendaciones

- Optimizar las formulaciones de películas comestibles en base a las condiciones de procesamiento.
- Realizar investigaciones sobre la aceptabilidad de los filetes de pota cocidos con películas comestibles y la incorporación de romero en diferentes concentraciones.
- Realizar investigaciones sobre la obtención de gelatina a partir de otros desechos de origen marino, para su posterior empleo en la elaboración de películas comestibles, que permitan alargar la vida útil de otros productos.
- Realizar investigaciones sobre la incorporación de otros extractos para su posterior evaluación antioxidante y microbiológica.

VII. Referencias

- A.O.A.C. (2000). *Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist.* EUA.
- Aburto, U. (2005). El calamar gigante del Golfo de California. *ECO-fronteras*, 21 - 24.
- Álamo, V., & Valdivieso, V. (1997). Lista sistemática de moluscos marinos del Perú. *Boletín del Instituto del Mar de Perú*, 154.
- Alegre Norza, A. Relaciones ontogénicas y espacio temporales en la dieta del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en Perú, utilizando un Modelo Aditivo Generalizado. [Tesis, para optar el título de Mg. en Estadística Aplicada]. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Albretch Ruiz, M. (2016). Preguntas frecuentes sobre la calidad de la pota (*Dosidicus gigas*). *Instituto Tecnológico Pesquero del Perú*, 1 - 4.
- Aldoradín, E., Solari, A., & Albretcht-Ruiz, M. (2013). Caracterización e hidrólisis enzimática de las pieles de pota (*Dosidicus gigas*). *Boletín de investigación. Insituto Tecnológico Pesquero. Perú*, 59 - 65.
- Alegre Norza, A. Relaciones ontogénicas y espacio temporales en la dieta del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en Perú, utilizando un Modelo Aditivo Generalizado. [Tesis, para optar el título de Mg. en Estadística Aplicada]. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Alparslan, Y., Baygar, T., Baygar, T., Hasanhocaoglu, H., & Metin, C. (2014). *Effects of Gelatin-Based Edible Films Enriched with Laurel Essential Oil on the Quality of Rainbow Trout (Oncorhynchus mykiss) Fillets During Refrigerated Storage.* Mugla, Turkey: Food Technology. Biotechnology.
- Al-Sereiti, M. R., Abu-Amer, K. M., & Sen, P. (1999). Pharmacology of rosemary (*Rosmarinus officinalis* Linn.) and its therapeutic potentials. *Indian Journal of Experimental Biology*,

124.

- Arts, M., Haenen, G., & Wilms, L. (2002). *Interactions between flavonoids and proteins: effect on the total antioxidant capacity*. Journal of Agricultural and Food Chemistry.
- ASTM International. (2012). *ASTM D882-12, Standard test method for tensile properties of thin plastic sheeting*. ASTM INTERNATIONAL.
- Aubourg, S. P., Torres-Arreola, W., Trigo, M., & Ezquerro-Brauer, J. M. (2016). Partial characterization of jumbo squid skin pigment extract and its antioxidant potential in a marine oil system. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 118(9), 1293–1304. doi:10.1002/ejlt.201500356
- Avila Sosa, R., Navarro Cruz, A. R., Vera López, O., Dávila Márquez, R. M., Melgoza Palma, N., & Meza Pluma, R. (2011). Romero (*Rosmarinus officinalis L.*): una revisión de sus usos no culinarios. *Ciencia y Mar*, 24 - 33.
- Ayquipa, E. (2018). Caracterización física de películas comestibles obtenidas de mucílago de cáscara de tuna (*opuntia spp*) y almidón de cáscara de papa (*solanum tuberosum*).
- Bergo, P., Moraes, I. C., & Sobral, P. J. (2013). *Effects of plasticizer concentration and type on moisture content in gelatin films*. Food Hydrocolloids.
- Blanco-Pascual, N., Fernández-Martín, F., & Montero, M. P. (2013). *Effect of different protein extracts from Dosidicus gigas muscle co-products on edible films development*. Food Hydrocolloids. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.02.019>
- Bravo, A., Dario, J., Arce, T., Alva, A., & Tello, F. (2019). *Gelatina a partir de piel de Doncella(Pseudoplatystoma fasciatum)y su uso como material encapsulante*. Iquitos: Revista TECNIA.
- Csirke, J., Argüelles, J., Alegre, A., Ayón, P., Bouchon, M., Castillo, G., . . . Yamashiro, C. (Julio

- Diciembre de 2018). Biología estructura poblacional y pesquera de pota o calamar gigante (*Dosicus gigas*) en el Perú. *Boletín del Instituto del Mar de Perú*, 33(2).
- Cueva Rosales, J. Actividad antimicrobiana del aceite esencial de romero (*Rosmarinus officinalis*) frente al crecimiento de *Streptococcus mutans* ATCC 25175 *in vitro*. [Tesis, para optar el título de Cirujano Dentista]. Lima: Universidad Privada Norbet Wiener, 2017.
- Dangaran, K., Tomasula, P., & Qi, P. (2009). Structure and Function of Protein-Based Edible Films and Coatings. *Edible films and coating for food applications*, 9, 25 - 56.
- De Ancos, B., González-Peña, D., Colina-Cola, C., & Sánchez-Moreno, C. (2015). Uso de películas/recubrimientos comestibles en los productos de IV y V gama. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 8 - 17.
- Deanti, H., Hulu, J. M., Setyaji, A., Eliyanti, R. N., Aliya, K., & Dewi, E. N. (2018). *The quality of edible film made from Nile tilapia (Oreochromis niloticus) skin gelatin with addition of different type seaweed hydrocolloid*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
- Debeaufort, F., & Voilley, A. (2009). Lipid-based edible films and coatings. *Edible films and coatings for food applications*, 135 - 168.
- Del-Valle, V., Hernández-Muñoz, P., Guarda, A., & Galotto, M. J. (2005). Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. *Food Chemistry*, 91(4), 751 - 756.
- Dergal, S. B. (2006). *Química de los Alimentos* (Cuarta ed.). Estado de Mexico, México: PEARSON EDUCACION.
- Du, H., Liu, C., Unsalan, O., Altunayar-Unsalan, C., Xiong, S., Manyande, A., & Chen, H. (2021). *Development and characterization of fish myofibrillar protein/chitosan/rosemary extract*

composite edible films and the improvement of lipid oxidation stability.

Ehrhardt, N., Solís, A., Jacquemin, P., Ortiz, J., Ulloa, P., González, G., & García, F. (1980).

Análisis de la Biología y Condiciones de Stock del Calamar Gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California, México. *Ciencia Pesquera*, 5, 63 - 76.

Ezquerro-Brauer, J., & Chan-Higuera, J. (2021). *Capacidad antioxidantes y mecanismo de acción de pigmentos en organismos marinos*. México: Ciencia UAT.

Flores Villa, E., Sáenz Galindo, A., Castañeda Facio, A. O., & Narro Céspedes, R. I. (2020).

Romero (*Rosmarinus officinalis* L.) : su origen, importancia y generalidades de sus metabolitos secundarios. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 1-17.

Gennadios A, M. T. (1994). *Edible coatings and films based on proteins*. Food Technology.

Gómez Estaca, J., Montero, P., Fernández Martín, F., & Gómez Guillén, M. c. (2008). Physico-chemical and film-forming properties of bovine-hide and tuna-skin gelatin: A comparative study. *Meat and Fish Science and Technology*, 10, 2 - 8.

Guilbert, S., Gontard, N., & Gorris, L. G. (1996). Prolongation of the shelf-life of perishable food products using biodegradable films and coatings. *LWT - Food Science and Technology*, 29(1 - 2), 10 - 17.

Gupta, V., Biswas, D. y Roy, S. (2022). Una revisión exhaustiva de películas y recubrimientos biodegradables a base de polímeros y sus aplicaciones de envasado de alimentos. *Materiales*, 15 (17), 5899. MDPI AG. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.3390/ma15175899>

Hajrah-yusuf, A. S., & Muhammad, R. (2018). Effects of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) leaf extract on angular cheilitis induced by *staphylococcus aureus* and *candida albicans* in male wistar rats. *nternational Journal of Applied Pharmaceutics*, 178 - 180.

- Han, J. H. (2014). Edible Films and Coatings: A Review. *Innovations in Food Packaging Academic Press*, 213 - 253.
- Hoque, M. S. (2011). *Properties of film from cuttlefish (Sepia pharaonis) skin gelatin incorporated with cinnamon, clove and star anise extracts*. (Vol. 25(5)). Food Hydrocolloids.
- Hosseini, S. F., Rezaei, M., Zandi, M., & Farahmandghavi, F. (2016). *Preparation and characterization of chitosan nanoparticles-loaded fish gelatin-based edible films*. Journal of Food Process Engineering.
- Huber, K., & Embuscado, M. (2009). *Edible films and coating for food applications*. Springer.
- IMARPE. (1996). *Compendio biológico tecnológico de las principales especies hidrobiológicas comerciales del Perú*. Lima - Perú: Stela .
- Jongjareonrak, A., Benjakul, S., Visessanguan, W., & Tanaka, M. (2008). *Antioxidative activity and properties of fish skin gelatin films incorporated with BHT and α -tocopherol*. Food Hydrocolloids.
- Jung, H. (2014). *Innovations in Food Packaging* . Unites States : Elsevier.
- Kandasamy, S., Yoo, J., Yun, J., Kang, H.-B., Seol, K.-H., Kim, H.-W., & Ham, J.-S. (2021). Application of Whey Protein-Based Edible Films and Coatings in Food Industries: An Updated Overview. *Coatings*, 11(9), 1056. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/coatings11091056>
- Kavoosi, G., Rahmatollahi, A., Dadfar, S. M., & Purfard, A. M. (2014). *Effects of essential oil on the water binding capacity, physico-mechanical properties, antioxidant and antibacterial activity of gelatin films*. LWT-Food Science and Technology.
- Krochta, J. M. (2002). Proteins as raw material for films and coating: definitions, current status, and opportunities. *Protein - based films and coating* , 1 - 40.

- Leal Rodrigues, B., Silveira Alvares, T., Pereira de Costa, M., Sampaio, L., Sicca, G., Lázaro de la Torre, C. A., . . . Conte Júnior, C. A. (2013). Concentration of Biogenic Amines in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Preserved in Ice and its Relationship with Physicochemical Parameters of Quality. *Journal of Aquaculture*, 1 - 3.
- Loo Kung Baffigo, T. M. (Septiembre de 2021). *Cadena de valor de la pota*. Lima: Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura.
- López Luengo, M. T. (2008). El romero: Planta aromática con efectos antioxidantes. *OFFARM: Farmacia y sociedad*, 61-63.
- Maza, S., Solari, A., & Albrecht-Ruiz, M. (2008). Reducción de la intensidad del sabor ácido - amargo de la pota mediante lavados con soluciones ácidas y neutralizantes. *Bolentín de investigación, Instituto Tecnológico Pequero - Perú*, 23 - 29.
- Mchugh, T., & Avena-Bustillos, R. (2011). *Applications of edible films and coatings to processed foods*.
- Mendis E., K. S. (2006). Bioactive compound from marine processing byproducts . *Food Res Int*, 383 - 393.
- Mezhoudi, M., Salem, A., Abdelhedi, O., Fakhfakh, N., Mabrouk, M., Khorchani, T., & Zouari, N. (2022). *Development of active edible coatings based on fish gelatin enriched with Moringa oleifera extract: Application in fish (Mustelus mustelus) fillet preservation*. Food Science y Nutrition.
- Monroy González, Diego Ernesto (2019). Elaboración de una biopelícula active comestible con capacidad antimicrobiana que aumente la vida de anaquel en pescado fresco a partir de colágeno. [Tesis, para optar el título de Ingeniero Agrónomo Industrial]. México: Universidad Autónoma del Estado México.

- Nigmatullin, C. M., Nesis, K. N., & Arkhipkin, A. I. (2001). A review of the biology of the jumb squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae). *Fisheries Research*, 54, 9 - 19.
- Ningrum, A., Perdani, A. W., Munawaroh, H. S., Aisyah, S., & Susanto, E. (2021). Characterization of Tuna Skin Gelatin Edible Films with Various Plasticizers-Essential Oils and Their Effect on Beef Appearance. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45.
- Ojeda Gutierrez, Carlos W. (2020). Determinación de la calidad química y microbiológica del filete de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) ahumado en caliente elaborado artesanalmente. [Tesis, para optar el título de Ingeniero Pesquero]. Piura: Universidad Nacional de Piura.
- Osorio-Chuquitarco, N. M., & Yáñez-Ponce, M. E. (2018). *Obtención de un recubrimiento comestible a base de Mucílago de Nopal (opuntia spp.) y Aceite Esencial de Romero (rosmarinus officinalis)*. [Tesis, para optar el título de Ingenieras Agroindustriales]. Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Pandia Estrada, S. E. (2020). *Obtención de películas comestibles empleando gelatina de pescado con extracto de orégano, y utilización como recubrimiento en filetes de trucha*. [Tesis, para optar el título de Magister Scientiae]. Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Pandia-Estrada, S., Romero-Sativañez, R., Céspedes-Chombo, R., & Solari-Godiño, A. (2021). *Películas comestibles a base de galatina obtenida de piel de mahi mahi (Coryphaena hippurus) y extracto de orégano: Características fisicoquímicas, antimicrobianas, estructurales y de superficie*. Lima, Perú: Scientia Agropecuaria.
- Parzanesse, M. (2006). Tecnologías para la Industria Alimentaria: Películas y recubrimientos comestibles. *Alimentos Argentinos*, 7.
- Pascual, N. B. (2014). Development of edible and active film coatings from marine products.

MDPI, 1 - 20.

- Tongnuanchan, P., Benjakul, S., Prodpran, T., Pisuchpen, S., & Osako, K. (2016). *Mechanical, thermal and heat sealing properties of fish skin gelatin film containing palm oil and basil essential oil with different surfactants*. *Food Hydrocolloids*.
- Trindade Alfaro, A., Balbinot, E., Weber, C., Tonial, I., & Machado-Lunkes, A. (2014). Fish Gelatin: Characteristics, Funcional Properties, Applications and Future Potential. *Food Engineering Reviews*, 6(4), 3 - 15.
- Valencia Mecola, Q. A., & Calcino Angulo, R. (2013). Estudio de la extracción de la gelatina de la piel de pota. *Ciencia & desarrollo*, 71 - 77.
- Vejdan, A., Ojagh, S. M., Adeli, A., & Abdollahi, M. (2016). *Effect of TiO₂ nanoparticles on the physico-mechanical and ultraviolet light barrier properties of fish gelatin/agar bilayer film*. *LWT-Food Science and Technology*.
- Vicente Illera, G. (Diciembre de 2012). Fraccionamiento y aplicaciones de extractos supercríticos de Romero (*Rosmarinus officinalis* L.). *Sección Departamental de Ciencias de la Alimentación. Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación (CIAL)*, 14 - 27.
- Vital, A., Guerrero, A., O, M. J., MV, V., CB, C., BA, d. A., . . . IN., d. P. (2016). *Effect of Edible and Active Coating (with Rosemary and Oregano Essential Oils) on Beef Characteristics and Consumer Acceptability*. *PLOS ONE*.
- Wu, Y., Weller, C. L., Hamouz, F., Cuppett, S. L., & Schnepf, M. (2002). Development and application of multicomponent edible coatings and films: a review. *Adv. Food and nutrition*, 347 - 394.
- Yeddes, W., Nawacka, M., Rybak, K., Boruszewski, P., Ostrowska-Ligeza, E., Betlej, I., . . . Saidani-Tounse, M. (2022). Effect of rosemary essential oil and ethanol extract on

physicochemical and antibacterial properties of optimized gelatin–chitosan film using mixture design. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46, 7-21.

VIII. Anexos

ANEXO A

Anexo A.1

Resultados de la composición química de la piel de pota

	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)
	78,88	14,68	1,03	1,03
	78,78	14,67	1,02	0,93
	78,86	14,69	1,03	0,97
Promedio	78,84	14,68	1,03	0,98
Desviación estándar	0,0525	0,0134	0,0058	0,0518

Anexo A.2

Resultados de la composición química de la gelatina de piel de pota

	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)
	9,44	67,50	0,89	1,93
	9,44	67,50	0,92	1,90
	9,45	67,52	0,88	1,93
Promedio	9,44	67,50	0,90	1,92
Desviación estándar	0,0078	0,0101	0,0208	0,0191

ANEXO B

Anexo B.1

Resultados experimentales de las características físicas y mecánicas de las películas comestibles

Gelatina de piel de pota (%)	Extracto de romero (%)	Espesor (mm)	Humedad (%)	Solubilidad en agua (%)	Opacidad (%)	L*	a*	b*	Resistencia a la tracción (MPa)	Elongación (%)
4,5	0,5	0,036	16,74	8,732	6,250	69,231	-0,167	6,314	7,743	102,244
4,5	0,5	0,034	19,28	11,97	6,559	66,870	-0,052	5,047	5,437	118,236
4,5	0,5	0,036	21,83	6,912	6,250	72,489	-0,802	3,348	7,233	92,718
Promedio		0,035	19,28	9,205	6,353	69,530	-0,340	4,903	6,804	104,399
Desviación estándar		0,001	2,55	2,56	0,18	2,821	0,404	1,488	1,211	12,89
4,5	1	0,037	12,81	44,095	6,000	69,313	-0,414	6,618	2,597	163,53
4,5	1	0,036	12,93	35,501	6,000	66,343	-0,469	7,108	2,925	144,33
4,5	1	0,037	11,02	51,364	6,000	65,512	-0,283	8,871	3,341	161,738
Promedio		0,037	12,25	43,653	6,000	67,056	-0,389	7,532	2,954	156,533
Desviación estándar		0,001	1,07	7,94	0,000	1,998	0,096	1,185	0,373	10,61

Gelatina de piel de pota (%)	Extracto de romero (%)	Espesor (mm)	Humedad (%)	Solubilidad en agua (%)	Opacidad (%)	L^*	a^*	b^*	Resistencia a la tracción (MPa)	Elongación (%)
5	0,5	0,034	19,03	7,45	6,353	65,357	0,414	11,640	2,055	119,916
5	0,5	0,034	19,96	7,514	6,412	65,921	0,055	7,431	2,330	135,474
5	0,5	0,034	19,64	7,524	6,500	68,500	0,021	6,208	3,672	134,168
Promedio		0,034	19,64	7,496	6,422	66,593	0,163	8,426	2,685	129,853
Desviación estándar		0,000	0,53	0,04	0,07	1,676	0,218	2,850	0,865	8,63
5	1	0,037	13,45	32,529	5,865	68,652	0,417	7,85	4,062	120,068
5	1	0,035	11,62	25,324	6,257	67,309	0,651	7,219	4,269	146,936
5	1	0,036	14,45	18,773	6,056	68,398	0,071	6,026	4,869	132,490
Promedio		0,036	13,17	25,542	6,059	68,120	0,380	7,040	4,400	133,165
Desviación estándar		0,001	1,44	6,88	0,20	0,713	0,292	0,937	0,419	13,447

ANEXO C

Anexo C.1*Análisis de Varianza del espesor*

	SS	gl	MS	F	p-valor
Gelatina	3E-06	1	3E-06	4,5	
Extracto de romero	8,3333E-06	1	8,3333E-06	12,5	
Interacción	3,3333E-07	1	3,3333E-07	0,5	
Error	5,3333E-06	8	6,6667E-07		
Total	1,7E-05	11			

ANEXO D

Anexo D.1*Análisis de Varianza de la humedad*

	SS	gl	MS	F	p-valor
Gelatina	1,2288	1	1,2288	0,49332887	<0,001
Extracto de romero	136,6875	1	136,6875	54,8762128	
Interacción	0,2352	1	0,2352		
Error	19,9266667	8	2,49083333	0,09442623	
Total	158,078167	11			

Anexo D.2*Prueba de comparaciones múltiples de Tukey de la humedad*

Categoría	Medias LS	Grupos
PC3	19,643	A
PC1	19,283	A
PC4	13,174	B
PC2	12,254	B

ANEXO E

Anexo E.1*Análisis de Varianza de la solubilidad*

	SS	gl	MS	F	p-valor
Gelatina	294,6243	1	294,6243	10,0758521	<0,001
Extracto de romero	2066,76752	1	2066,76752	70,681352	
Interacción	201,785605	1	201,785605	6,90086294	
Error	233,925069	8	29,2406337		
Total	2797,1025	11			

Anexo E.2*Prueba de comparaciones múltiples de Tukey de la solubilidad*

Categoría	Medias LS	Grupos
PC2	43,653	A
PC4	25,542	B
PC1	9,204	C
PC3	7,496	C

ANEXO F

Anexo F.1*Análisis de Varianza de la opacidad*

	SS	gl	MS	F	p-valor
Gelatina	0,012288	1	0,012288	0,64909694	<0,001
Extracto de romero	0,38377633	1	0,38377633	20,2724644	
Interacción	0,00006533	1	0,00006533	0,00345114	
Error	0,15144733	8	0,018933092		
Total	0,547477	11			

ANEXO G

Anexo G.1*Análisis de Varianza de la resistencia a la tracción*

	SS	gl	MS	F	p-valor
Gelatina	294,6243	1	294,6243	10,0758521	0,001
Extracto de romero	2066,76752	1	2066,76752	70,681352	
Interacción	201,785605	1	201,785605	6,90086294	
Error	233,925069	8	29,2406337		
Total	2797,1025	11			

Anexo G.2*Prueba de comparaciones múltiples de Tukey de la resistencia a la tracción*

Categoría	Medias LS	Grupos
PC2	43,653	A
PC4	25,542	B
PC1	9,204	C
PC3	7,496	C
PC0	6,426	C

ANEXO H

Anexo H.1*Análisis de Varianza de la elongación al corte*

	SS	gl	MS	F	p-valor
Gelatina	294,6243	1	294,6243	10,0758521	0,004
Extracto de romero	2066,76752	1	2066,76752	70,681352	
Interacción	201,785605	1	201,785605	6,90086294	
Error	233,925069	8	29,2406337		
Total	2797,1025	11			

Anexo H.2*Prueba de comparaciones múltiples de Tukey de la elongación al corte*

Categoría	Medias LS	Grupos
PC2	43,653	A
PC4	25,542	B
PC1	9,204	C
PC3	7,496	C

ANEXO I

Anexo I.1*Análisis de Varianza de L**

	SS	gl	MS	F	p-valor
Gelatina	2,63297008	1	2,63297008	0,68968813	<1
Extracto de romero	0,67260675	1	0,67260675	0,17618464	
Interacción	12,0060008	1	12,0060008	3,14488808	
Error	30,5409933	8	3,81762417		
Total	45,8525709	11			

ANEXO J

Anexo J.1*Análisis de Varianza de α^**

	SS	gl	MS	F	p-valor
Gelatina	1,213488	1	1,213488	15,9225145	<0,05
Extracto de romero	0,021168	1	0,021168	0,277755123	
Interacción	0,05253633	1	0,05253633	0,68934388	
Error	0,60969667	8	0,07621208		
Total	1,896889	11			

Anexo J.2*Prueba de comparaciones múltiples de Tukey de α^**

Categoría	Medias LS	Grupos	
PC4	0,380	A	
PC3	0,163	A	B
PC1	-0,340	A	B
PC2	-0,389		B

ANEXO K

Anexo K.1*Análisis de Varianza de b**

	SS	gl	MS	F	p-valor
Gelatina	6,89022075	1	6,89022075	2,1843741	<1
Extracto de romero	1,15878375	1	1,15878375	0,36736468	
Interacción	12,0941841	1	12,0941841	3,83416199	
Error	25,2345813	8	3,15432267		
Total	45,3777729	11			

ANEXO L

Anexo L.1*Resultados del análisis de pH a los filetes de control y con película*

pH								
	Día 0		Día 1		Día 3		Día 5	
	Control	Con recubrimiento	Control	Con recubrimiento	Control	Con recubrimiento	Control	Con recubrimiento
	6,16	6,12	6,19	6,15	6,26	6,22	6,44	6,25
	6,13	6,13	6,18	6,15	6,27	6,25	6,41	6,25
	6,15	6,13	6,19	6,17	6,27	6,25	6,58	6,24
Promedio	6,15	6,13	6,19	6,16	6,27	6,22	6,48	6,25
Desviación estándar	0,0153	0,0058	0,0058	0,0115	0,0058	0,0351	0,0907	0,0058

ANEXO M

Anexo M.1*Resultados del análisis de L* de los filetes control y con recubrimiento*

<i>L*</i>								
	Día 0		Día 1		Día 3		Día 5	
	Control	Con recubrimiento	Control	Con recubrimiento	Control	Con recubrimiento	Control	Con recubrimiento
	78,725	63,914	80,532	58,766	56,258	60,909	60,657	77,691
	79,309	58,257	73,249	58,152	45,045	56,071	66,171	75,852
	79,221	54,361	76,029	60,136	53,274	51,954	64,043	77,689
	68,984	60,114	73,949	61,089	40,605	61,091	67,343	75,856
	76,179	51,641	75,354	46,911	62,669	62,784	67,594	77,741
	75,049	52,127	73,054	59,861	41,568	59,255	59,124	60,856
	75,813	65,399	64,581	60,114	62,844	58,942	55,251	73,119
	77,509	58,506	62,127	48,701	44,675	55,465	66,171	75,169
	72,985	47,766	74,683	74,125	51,522	53,899	67,343	69,601
Promedio	75,975	56,898	72,618	58,650	50,940	57,819	63,744	72,863
Desviación estándar	3,360	5,879	5,734	7,813	8,529	3,650	4,410	5,497

Anexo M.2*Resultados del análisis de a^* de los filetes control y con recubrimiento*

a^*								
	Día 0		Día 1		Día 3		Día 5	
	Control	Con recubrimiento	Control	Con recubrimiento	Control	Con recubrimiento	Control	Con recubrimiento
	1,527	2,043	1,507	4,657	2,151	4,985	1,847	1,544
	-0,948	2,358	1,593	3,349	2,104	6,161	2,773	1,636
	0,564	2,507	0,727	3,758	3,879	3,665	3,251	1,838
	5,691	3,605	1,769	5,951	2,027	4,334	2,402	4,861
	1,557	2,717	1,545	4,582	2,796	3,453	2,474	2,589
	1,758	3,114	2,358	6,135	0,881	3,481	0,321	1,947
	1,338	3,338	3,355	5,029	1,845	3,776	3,251	3,43
	-0,425	1,638	2,374	1,867	3,644	2,028	2,023	1,838
	1,781	3,204	1,762	0,862	2,148	0,344	2,023	4,860
Promedio	1,427	2,725	1,888	4,021	2,386	3,581	2,262	2,549
Desviación estándar	1,880	0,648	0,736	1,770	0,926	1,664	0,890	1,213

Anexo M.3

Resultados del análisis de b^ a los filetes control y con recubrimiento*

b^*								
	Día 0		Día 1		Día 3		Día 5	
	Control	Con recubrimiento	Control	Con recubrimiento	Control	Con recubrimiento	Control	Con recubrimiento
	13,485	10,131	13,418	10,653	10,405	17,181	20,696	16,326
	14,821	11,011	13,698	13,753	7,042	13,699	19,571	14,748
	12,565	9,392	14,979	12,053	17,751	13,532	21,581	15,311
	14,786	12,588	10,331	15,193	10,948	14,586	26,171	15,966
	13,583	8,941	9,646	11,018	15,124	10,141	18,815	14,629
	10,297	9,072	13,981	9,991	9,861	10,192	18,521	13,757
	15,768	12,887	10,005	15,474	15,354	13,177	18,721	15,071
	10,583	11,931	12,066	10,565	11,374	11,027	21,581	15,311
	10,364	9,237	10,308	10,569	9,346	11,042	18,721	15,071
Promedio	12,917	10,577	12,048	12,141	11,912	12,731	20,486	15,115
Desviación estándar	2,091	1,571	2,026	2,124	3,432	2,343	2,462	0,861

Anexo M.4*Análisis de Varianza de L^* de los filetes de control*

	SS	gl	MS	F	p-valor
Modelo	3375,472	3	1125,157	33,004	<0,0001
Error	1090,941	32	34,092		
Total	4466,414	35			

Anexo M.5*Prueba de comparaciones múltiples de Tukey de L^* de los filetes de control*

Categoría	Medias LS	Grupos
Día 0	75,975	A
Día 1	72,618	A
Día 5	63,744	B
Día 3	50,940	C

Anexo M.6*Análisis de Varianza de L^* de los filetes recubiertos*

	SS	gl	MS	F	p-valor
Modelo	1276,886	3	425,629	11,739	<0,0001
Error	1087,725	32	36,257		
Total	2364,610	35			

Anexo M.7*Prueba de comparaciones múltiples de Tukey de L^* de los filetes recubiertos*

Categoría	Medias LS	Grupos
Día 5	72,863	A
Día 1	58,650	B
Día 3	57,819	B
Día 0	56,898	B

Anexo M.8*Análisis de Varianza de a^* de los filetes de control*

	SS	gl	MS	F	p-valor
Modelo	5,028	3	1,676	1,171	<1
Error	45,796	32	1,431		
Total	50,824	35			

Anexo M.9*Análisis de Varianza de a^* de los filetes recubiertos*

	SS	gl	MS	F	p-valor
Modelo	12,250	3	4,083	2,062	<1
Error	59,411	32	1,980		
Total	71,660	35			

Anexo M.10*Análisis de Varianza de b^* de los filetes de control*

	SS	gl	MS	F	p-valor
Modelo	458,561	3	152,854	23,231	<0,0001
Error	210,556	32	6,580		
Total	669,117	35			

Anexo M.11*Prueba de comparaciones múltiples de Tukey de b^* de los filetes de control*

Categoría	Medias LS	Grupos
Día 5	20,486	A
Día 0	12,917	B
Día 1	12,048	B
Día 3	11,912	B

Anexo M.12*Análisis de Varianza de b^* de los filetes recubiertos*

	SS	gl	MS	F	p-valor
Modelo	82,821	3	27,607	7,948	<0,001
Error	104,197	32	3,473		
Total	187,017	35			

Anexo M.13*Prueba de comparaciones múltiples de Tukey de b^* de los filetes recubiertos*

Categoría	Medias LS	Grupos	
Día 5	15,115	A	
Día 3	12,731	A	B
Día 1	12,141		B
Día 0	10,577		B

ANEXO N

Anexo N.1

Resultados del análisis de % Pérdida de peso a los filetes control y con recubrimiento

% Pérdida de peso						
	Día 1		Día 3		Día 5	
	Control	Con recubrimiento	Control	Con recubrimiento	Control	Con recubrimiento
	3,76	3,62	4,08	4,35	4,39	3,99
	3,79	2,91	4,10	2,91	4,73	3,64
	3,15	3,60	3,15	4,32	3,79	5,04
Promedio	3,57	3,38	3,78	3,86	4,30	4,22
Desviación estándar	0,358	0,405	0,539	0,822	0,479	0,729

ANEXO O

Anexo O.1

Resultados del análisis sensorial a los filetes control y con recubrimiento (Apariencia)

Apariencia								
	Día 0		Día 1		Día 3		Día 5	
	Control	Con recubrimiento	Control	Con recubrimiento	Control	Con recubrimiento	Control	Con recubrimiento
E1	3	3	3	3	2	3	2	3
E2	3	3	3	3	2	3	2	3
E3	3	3	3	3	2	3	1	3
E4	3	3	3	3	3	2	2	2
E5	3	3	3	3	2	3	2	3
E6	3	3	3	3	2	3	1	3
E7	3	3	3	3	2	3	2	3
E8	3	3	3	3	2	3	2	3
E9	3	3	3	3	3	3	2	2
E10	3	3	3	3	2	2	2	2

Anexo O.2

Resultados del análisis sensorial a los filetes control y con recubrimiento (Olor)

Olor								
	Día 0	Día 1	Día 3				Día 5	
	Control	Con recubrimiento	Control	Con recubrimiento	Control	Con recubrimiento	Control	Con recubrimiento
E1	3	3	2	3	1	2	1	2
E2	3	3	2	3	1	3	1	3
E3	3	3	3	3	2	3	1	3
E4	3	3	3	3	2	3	2	3
E5	3	3	2	3	1	3	1	3
E6	3	3	3	3	2	2	1	2
E7	3	3	2	3	2	3	1	3
E8	3	3	2	3	1	3	1	3
E9	3	3	2	3	1	3	1	3
E10	3	3	2	3	1	3	1	3

Anexo O.3

Resultados del análisis sensorial a los filetes control y con recubrimiento (Color)

Color								
	Dia 0		Dia 1		Dia 3		Dia 5	
	Control	Con recubrimiento	Control	Con recubrimiento	Control	Con recubrimiento	Control	Con recubrimiento
E1	3	3	2	3	2	3	1	2
E2	3	3	3	3	2	3	1	3
E3	3	3	2	3	1	3	1	3
E4	3	3	3	3	2	3	2	3
E5	3	3	3	3	2	2	2	2
E6	3	3	3	3	1	3	1	3
E7	3	3	3	3	2	3	2	3
E8	3	3	3	3	2	3	2	3
E9	3	3	2	3	2	3	1	3
E10	3	3	3	3	2	2	1	2

ANEXO P

Anexo P.1*Hoja de análisis sensorial de filetes de pota recubiertos con película comestible*

HOJA DE ANALISIS SENSORIAL DE FILETES DE POTA RECUBIERTOS CON PELÍCULA

COMESTIBLE A BASE DE POTA CON EXTRACTO DE ROMERO

NOMBRE: _____ FECHA: _____

DÍA: _____

Indicaciones: Usted tiene una porción de filete recubierto con película sin son recubrir, por favor obsérvelos y de acuerdo a su criterio marque con una (X) su puntuación para cada uno de los atributos.

ATRIBUTOS	DESCRIPCIÓN DE PUNTUACIÓN	PUNTUACIÓN	
		CONTROL	CON PELÍCULA
APARIENCIA	Firme, elástica	3	3
	Flácida	2	2
	Muy flácida	1	1
OLOR	Fresco neutro	3	3
	Ligero olor amoniacal	2	2
	Olor amoniacal	1	1
COLOR	Blanco perla brillante	3	3
	Blanco perla normal	2	2
	Blanco perla opaco	1	1

Comentario:

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Anexo Q

Imágenes de la extracción de gelatina de piel de pota

Figura 10.

Piel de pota



Figura 11

Lavado y cortado de la piel de pota



Figura 12

Hidrolisis alcalina de la piel de pota

**Figura 13**

Neutralización de la piel de pota

**Figura 14**

Extracción de la gelatina de piel de pota



Figura 15

Clarificación del licor de gelatina de piel de pota

**Figura 16**

Secado de gelatina



Anexo R

Imágenes de la elaboración de películas comestibles de gelatina de piel de pota con extracto de romero

Figura 17

Pesado de las materias primas e insumos



Figura 18

Preparación de la solución formadora de película



Figura 19

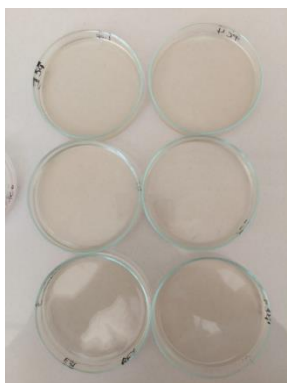
Mezclado

**Figura 20**

Secado de la solución formadora de película

**Figura 21**

Películas comestibles



Anexo S

Imágenes de la aplicación recubrimiento a los filetes

Figura 22

Inmersión de los filetes en la solución



Figura 23

Drenado y secado



Figura 24

Almacenamiento de los filetes



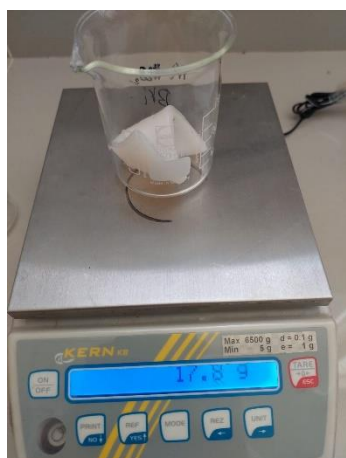
Anexo T. Imágenes de los análisis realizados

Figura 25*Análisis de proteína***Figura 26***Análisis de humedad***Figura 27***Análisis de opacidad*

Figura 28*Análisis de solubilidad***Figura 29***Análisis mecánicos***Figura 30***Análisis de pH*

Figura 31

Análisis de pérdida de peso

**Figura 32**

Análisis sensorial de filetes

