

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y
Químicas
Escuela Profesional de Ingeniería de Industria
Alimentaria



PRESERVACIÓN DE LA CALIDAD DEL QUESO ANDINO CON LA
APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE PROTEÍNAS
BIODEGRADABLES DE SUERO LÁCTEO

Tesis presentada por la Bachiller:

Choque Salinas, Ana María Antuanet

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniera en Industria Alimentaria

Asesor:

Ing. Palo Gresia, Patricia Susana

Arequipa – Perú

2021

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA DE INDUSTRIA ALIMENTARIA
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 22 de Abril del 2021

Dictamen: 002682-C-EPIDA-2021

Visto el borrador del expediente 002682, presentado por:

2015700662 - CHOQUE SALINAS ANA MARIA ANTUANET

Titulado:

**PRESERVACIÓN DE LA CALIDAD DEL QUESO ANDINO CON LA APLICACIÓN DE
RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE PROTEÍNAS BIODEGRADABLES DE SUERO LÁCTEO**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**1355 - MORI NUÑEZ CARLOS LUIS
DICTAMINADOR**



**1569 - GARCIA LAZO HELARD ARTURO
DICTAMINADOR**



**1817 - SALAS CASTRO JORGE ENRIQUE
DICTAMINADOR**



DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional y por haberme dado salud para lograr mis objetivos.

A mis padres Virginia y Anibal, porque me inspiran con su fuerza para seguir adelante y con su amor para lograr lo que a veces parece inalcanzable, son la razón, fuerza y motor que me impulsa a seguir luchando por mis metas.

A mis hermanas Maria Alejandra y Camila, por su compañía y apoyo en este camino, espero ser un buen ejemplo y apoyarlas en sus sueños.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por cuidarme y protegerme en todo momento, por permitirme lograr mis metas, por darme la gran familia que tengo y todos los seres queridos que ha puesto en mi camino.

A toda mi familia, en especial a mis padres, por su apoyo incondicional y por su gran esfuerzo para que terminara mis estudios satisfactoriamente.

A mi asesora, ingeniera Patricia Palo Gresia por brindarme su tiempo y apoyo para poder culminar el presente trabajo, además de haber sido una gran fuente de inspiración y motivación durante mi etapa universitaria.

A la Licenciada Victoria Frisancho Motta por haberme ayudado en todo el proceso de experimentación de mi proyecto, por las facilidades prestadas en el uso del laboratorio y por haberme brindado sus consejos y apoyo.

A todos los docentes que contribuyeron con mi educación y formación profesional, gracias por los conocimientos transmitidos y la motivación durante la carrera.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal evaluar el efecto de un recubrimiento comestible a base de proteínas de suero lácteo sobre la calidad de un queso andino.

Como primer experimento, se obtuvo el concentrado de proteína de suero, lo cual se realizó por el método de acidificación y se trabajó con tres pH (4.0, 4.5 y 5.0) se encontró que la mejor variable fue a pH 4.5, debido a que tiene mayor rendimiento (1.186%), mayor porcentaje de proteína (51.38%) y mayor cantidad de proteína recuperada (54.26%).

En el segundo experimento, se formuló el recubrimiento comestible con el concentrado de proteína de suero obtenido a pH 4.5, teniendo como variables diferentes proporciones de proteína (P_1 : 8% y P_2 :10%) y glicerol (G_1 : 2% y G_2 : 4%), siendo la mejor formulación P_2G_2 (10% de proteína + 4% de glicerol) debido a que tuvo valores idóneos de grosor (0.126 mm), índice de hinchamiento (21.74%) y permeabilidad al vapor de agua (2.69×10^{-3} gmm/hm²Pa), aunque su valor de solubilidad en agua (86.80%) y medida de opacidad ($T_{500nm}=0.714$) no sean los deseados, estos últimos fueron aceptables.

Por último, el tercer experimento, se aplicó la mejor formulación del recubrimiento comestible (P_2G_2) a los quesos andino madurados por el método de barnizado, teniendo como variables diferentes números de capas de aplicación como C_0 (queso sin recubrimiento), C_1 (queso con 1 capa de recubrimiento), C_2 (queso con 2 capas de recubrimiento), C_3 (queso con 3 capas de recubrimiento) teniendo en cuenta que cada capa de recubrimiento tiene 115 μ m de espesor, siendo el número de capas óptimo del recubrimiento C_2 (230 μ m de espesor), debido a que tiene menor porcentaje de pérdida de peso (6.969%), bajo contenido de ácidos grasos libres (1.33%), menor actividad de agua (0.81) y un puntaje aceptable en todos los atributos sensoriales (adherencia, apariencia, color, olor y sabor).

Palabras claves:

Lactosuero, seroproteínas, recubrimiento comestible, queso andino.

ABSTRACT

The main objective of the present research work was to evaluate the effect of an edible coating based on whey proteins on the quality of an Andean cheese.

As a first experiment, the whey protein concentrate was obtained, which was carried out by the acidification method and worked with three pHs (4.0, 4.5 and 5.0), it was found that the best variable was at pH 4.5, because it has higher yield (1,186%), higher percentage of protein (51.38%) and higher amount of recovered protein (54.26%).

In the second experiment, the edible coating was formulated with the whey protein concentrate obtained at pH 4.5, having as variables different proportions of protein (P₁: 8% and P₂: 10%) and glycerol (G₁: 2% and G₂: 4%), being the best formulation P₂G₂ (10% protein + 4% glycerol) because it had ideal values of thickness (0.126 mm), swelling index (21.74%) and water vapor permeability (2.69×10^{-3} gmm / hm²Pa), Although its water solubility value (86.80%) and opacity measure ($T_{500nm} = 0.714$) are not the desired ones, the latter were acceptable.

Finally, in the third experiment, the best edible coating formulation (P₂G₂) was applied to the Andean cheeses matured by the varnishing method, having as variables different numbers of application layers such as C₀ (uncoated cheese), C₁ (cheese with 1 coating layer), C₂ (cheese with 2 coating layer), C₃ (cheese with 3 coating layer), taking into account that each coating layer is 115 μm thick, the optimal number of coating layers being C₂ (230 μm thick), due to it's lower percentage of weight loss (6.969%), low content of free fatty acids (1.33%), lower water activity (0.81) and an acceptable score on all sensory attributes (adherence, appearance, color, odor, and taste).

Key words:

Whey, serum proteins, edible coating, Andean cheese.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el interés por la preservación del medio ambiente ha tomado mucha fuerza, por el gran impacto que está teniendo el plástico y los subproductos agroindustriales, puesto que estos son un gran contaminante ambiental, por ello la preocupación de la industria alimentaria en erradicar el plástico que es empleado en envolturas para alimentos, y aprovechar eficientemente los subproductos agroindustriales como es el suero de leche, que es abundante en nuestro país, puesto que este se descarta y representa una gran pérdida por su gran contenido de nutrientes que no son bien aprovechados, debido a que su valor aún se desconoce y no es reutilizado.

Por este motivo se busca elaborar un recubrimiento comestible a base de suero lácteo, como una solución a la problemática ambiental y también a la preservación de la calidad del queso andino; puesto que las propiedades nutricionales de este subproducto de la industria quesera, otorga un gran potencial que puede emplearse como el componente principal del recubrimiento, adicionalmente se le ha de agregar estabilizantes y plastificantes como el glicerol que le proporcionará mejores características al recubrimiento.

Teniendo en cuenta estas observaciones, el objetivo general del presente trabajo será elaborar un recubrimiento comestible a base de suero lácteo para la preservación de la calidad del queso andino. Y de esta forma promover el aprovechamiento de los subproductos agroindustriales y poder erradicar el plástico, que es muy utilizado para envasar y prolongar la vida útil de los alimentos.

ÍNDICE

DICTAMEN APROBATORIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
CAPITULO I EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	2
1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.2.1. Social	2
1.2.2. Científica-Tecnológica.....	3
1.2.3. Económica.....	3
CAPITULO II MARCO TEÓRICO	4
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN	5
2.1.1. Materia prima: SUERO LÁCTEO	5
2.1.2. Aditivos alimentarios.....	17
2.1.3. Producto a obtener: RECUBRIMIENTO COMESTIBLE	19
2.1.4. Producto a recubrir: QUESO ANDINO	23
2.1.5. Procesamiento: Métodos.....	28
2.2. ANTECEDENTES.....	32
2.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	32
2.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	36
2.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	37
2.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	37
2.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	37

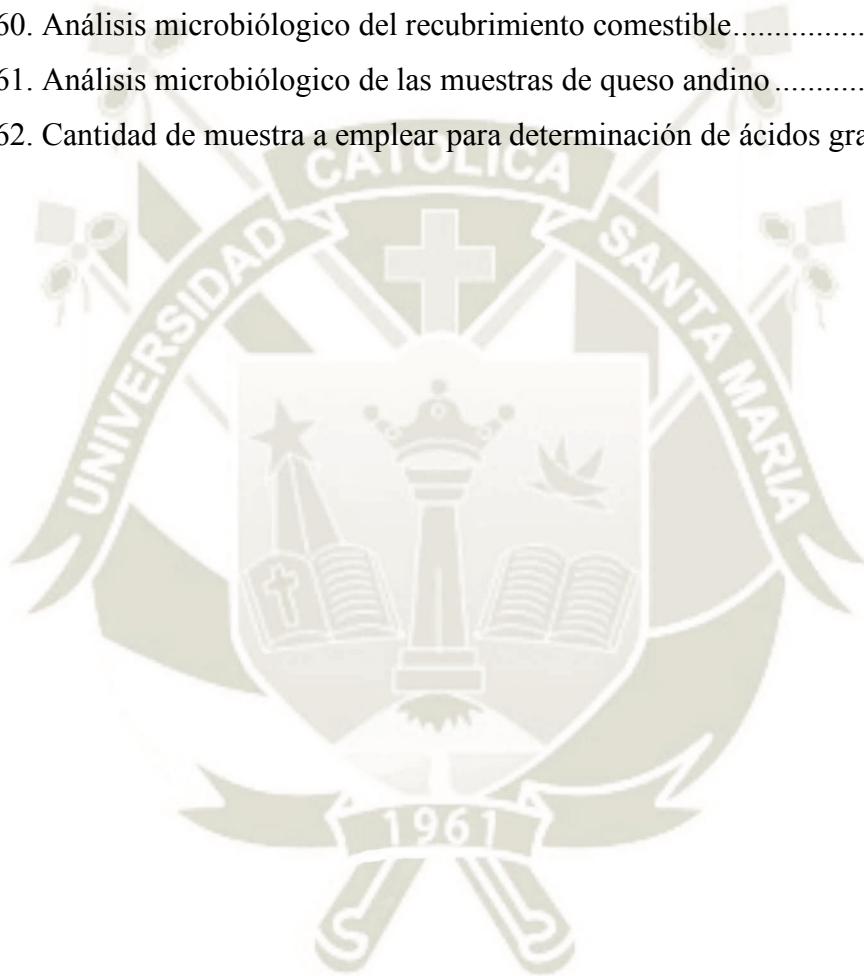
2.4. HIPÓTESIS	37
CAPITULO III PLANTEAMIENTO OPERACIONAL.....	38
3. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL.....	39
3.1. UBICACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL.....	39
3.2. METODOLOGÍA	39
3.2.1. Descripción General	39
3.2.2. Diseños Experimentales.....	45
CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES	58
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	59
4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA.....	59
4.2. EVALUACIÓN DE LOS EXPERIMENTOS.....	62
A. Experimento 1: recuperación de las seroproteínas	62
B. Experimento 2: formulación del recubrimiento comestible.....	68
C. Experimento 3: aplicación del recubrimiento comestible.....	83
4.3. CARACTERIZACIÓN FINAL: RECUBRIMIENTO COMESTIBLE	106
CONCLUSIONES.....	108
RECOMENDACIONES.....	110
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
ANEXOS	122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición de los lactosueros dulces y ácidos derivados de la producción de quesos.....	8
Tabla 2. Contenido de minerales en suero de leche	9
Tabla 3. Contenido de vitaminas en suero de leche	9
Tabla 4. Composición en aminoácidos esenciales	10
Tabla 5. Proteínas del suero de leche.....	11
Tabla 6. Análisis microbiológico del lactosuero de queso Paipa.....	15
Tabla 7. Materiales empleados para la elaboración de Películas y Recubrimientos Comestibles	21
Tabla 8. Composición bromatológica del queso andino obtenido a partir de leche procedente de vacas de tres razas diferentes.....	23
Tabla 9. Leyenda del diagrama general experimental	45
Tabla 10. Materiales y Equipos para la recuperación de las seroproteínas	48
Tabla 11. Materiales y Equipos para la formulación de la película comestible.....	50
Tabla 12. Características para evaluar la adherencia del recubrimiento al queso andino ...	53
Tabla 13. Características para evaluar la apariencia de las muestras de queso andino	53
Tabla 14. Características para evaluar el sabor de las muestras de queso andino.....	53
Tabla 15. Características para evaluar el color de las muestras de queso andino	53
Tabla 16. Características para evaluar el olor de las muestras de queso andino.....	54
Tabla 17. Materiales y Equipos para la aplicación del recubrimiento comestible en queso andino.....	56
Tabla 18. Análisis químico – proximal del suero lácteo.....	59
Tabla 19. Análisis fisicoquímico del suero lácteo	59
Tabla 20. Análisis microbiológico del suero lácteo	59
Tabla 21. Análisis organoléptico del suero lácteo.....	60
Tabla 22. Datos de pesos obtenidos para la determinación del rendimiento (g).....	62
Tabla 23. Rendimiento del concentrado de proteína de suero (%).....	62
Tabla 24. Análisis de varianza para evaluar el rendimiento del concentrado de proteína de suero.....	63
Tabla 25. Proteína en el concentrado de proteína de suero (%).....	64
Tabla 26. Análisis de varianza para evaluar la proteína en el concentrado de proteína de suero.....	64

Tabla 27. Datos obtenidos para la determinación de recuperación de proteína (g/L).....	65
Tabla 28. Recuperación de proteína (%)......	65
Tabla 29. Análisis de varianza para evaluar la recuperación de proteína en el concentrado de proteína de suero.....	65
Tabla 30. Grosor de la película comestible (mm)	68
Tabla 31. Análisis de varianza para el grosor de la película comestible	68
Tabla 32. Índice de hinchamiento de la película comestible (%)......	70
Tabla 33. Análisis de varianza para el índice de hinchamiento de la película comestible ..	70
Tabla 34. Permeabilidad al vapor de agua de la película comestible (gmm/hm ² Pa).....	71
Tabla 35. Análisis de varianza para la permeabilidad al vapor de agua de la película comestible	72
Tabla 36. Solubilidad en agua de la película comestible (%)	73
Tabla 37. Análisis de varianza para la solubilidad en agua de la película comestible	74
Tabla 38. Medida de opacidad de la película comestible (nm).....	75
Tabla 39. Análisis de varianza para la medida de opacidad de la película comestible	76
Tabla 40. Análisis de factores para la medida de opacidad de la película comestible	76
Tabla 41. Pérdida de peso del queso andino madurado (%)	83
Tabla 42. Promedio de pérdida de peso del queso andino madurado (%).....	84
Tabla 43. Análisis de varianza para evaluar la pérdida de peso del queso andino madurado	84
Tabla 44. Contenido de ácidos grasos libres en queso andino madurado (%).....	86
Tabla 45. Análisis de varianza para evaluar el contenido de ácidos grasos libres del queso andino madurado	86
Tabla 46. Datos de pesos para la determinación de la actividad de agua del queso andino madurado (g)	87
Tabla 47. Datos para realizar las curvas isotérmicas de desorción de las muestras de queso andino madurado (g).....	92
Tabla 48. Adherencia del recubrimiento comestible al queso andino	93
Tabla 49. Análisis de varianza para evaluar la adherencia del recubrimiento comestible al queso andino madurado	93
Tabla 50. Apariencia del queso andino con recubrimiento comestible	94
Tabla 51. Análisis de varianza para evaluar la apariencia del queso andino madurado con recubrimiento comestible.....	95
Tabla 52. Sabor del queso andino con recubrimiento comestible.....	96

Tabla 53. Análisis de varianza para evaluar el sabor del queso andino con recubrimiento.	96
Tabla 54. Color del queso andino con recubrimiento comestible	98
Tabla 55. Análisis de varianza para evaluar el color del queso andino con recubrimiento.	98
Tabla 56. Olor del queso andino con recubrimiento comestible.....	99
Tabla 57. Análisis de varianza para evaluar el olor del queso andino con recubrimiento.	100
Tabla 58. Análisis fisicoquímico del recubrimiento comestible	106
Tabla 59. Análisis organoléptico del recubrimiento comestible	106
Tabla 60. Análisis microbiológico del recubrimiento comestible.....	106
Tabla 61. Análisis microbiológico de las muestras de queso andino	107
Tabla 62. Cantidad de muestra a emplear para determinación de ácidos grasos libres.....	128



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de bloques: obtención del concentrado de proteína de suero lácteo....	41
Figura 2. Diagrama de bloques: formulación del recubrimiento comestible.....	42
Figura 3. Diagrama de bloques: Aplicación del recubrimiento comestible.....	43
Figura 4. Diagrama general experimental.....	44
Figura 5. Diseño experimental – Recuperación de las seroproteínas.....	47
Figura 6. Diseño experimental – Formulación de la película comestible.....	50
Figura 7. Diseño experimental – Aplicación del recubrimiento comestible en queso andino	54
Figura 8. Rendimiento del concentrado de proteína de suero (%).....	63
Figura 9. Proteína en el concentrado de proteína de suero (%).....	64
Figura 10. Recuperación de proteína en el concentrado de proteína de suero (%).....	66
Figura 11. Grosor de la película comestible (mm).....	69
Figura 12. Índice de hinchamiento de la película comestible.....	71
Figura 13. Permeabilidad al vapor de agua de la película comestible.....	73
Figura 14. Solubilidad en agua de la película comestible.....	75
Figura 15. Medida de opacidad de la película comestible.....	77
Figura 16. Pérdida de peso del queso andino madurado (%).....	85
Figura 17. Contenido de ácidos grasos libres del queso andino madurado (%).....	87
Figura 18. Actividad de agua del queso andino sin recubrimiento (C_0).....	88
Figura 19. Actividad de agua del queso andino con una capa de recubrimiento (C_1).....	89
Figura 20. Actividad de agua del queso andino con dos capas de recubrimiento (C_2).....	90
Figura 21. Actividad de agua del queso andino con tres capas de recubrimiento (C_3).....	91
Figura 22. Curvas isotérmicas de desorción de las muestras de queso andino madurado...	92
Figura 23. Adherencia del recubrimiento comestible al queso andino.....	94
Figura 24. Apariencia del queso andino con recubrimiento comestible.....	95
Figura 25. Sabor del queso andino con recubrimiento.....	97
Figura 26. Color del queso andino con recubrimiento.....	99
Figura 27. Olor del queso andino con recubrimiento.....	100
Figura 28. Producto final – Recubrimiento comestible a base de suero lácteo.....	106

ANEXOS

ANEXO N° 1: FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO FINAL	123
ANEXO N° 2: MÉTODOS DE ANÁLISIS PARA ALIMENTOS	124
ANEXO N° 3: CARTILLA DE EVALUACIÓN SENSORIAL.....	129
ANEXO N° 4: INFORMES DE ANÁLISIS DE LABORATORIO	130
ANEXO N° 5: FOTOS.....	138





CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la producción de queso andino, no solo es importante el proceso productivo en sí, acontecen dos fases consecutivas que determinarán la calidad del queso, las cuales son la fase de maduración en una cámara fría con una temperatura promedio de 10°C, fase que puede superarse mediante condiciones controladas en este proceso; la fase final no tiene condiciones controladas ya que esta inicia desde el momento en que sale de planta hasta el consumidor final. En esta última fase, se debe controlar las condiciones de temperatura, humedad y manipuleo. Si las condiciones no son adecuadas, tendremos presencia de acidez del queso, hinchazones, rajaduras, bacterias y hongos; factores que van a incidir en disminuir total o parcialmente las características del queso en cuanto a sabor, elasticidad y textura. Actualmente este tipo de queso se expende en envolturas al vacío con recubrimientos plásticos los cuales tienen un buen comportamiento en general, pero no son biodegradables ocasionando un gran impacto ambiental, por ello el interés de la industria en emplear polímeros biodegradables en envolturas de alimentos y aprovechar los subproductos como el suero lácteo, en el presente estudio presentamos la alternativa de recubrimiento comestible a base de suero de leche.

Debido a que los recubrimientos a base de proteínas de suero lácteo proporcionan una excelente barrera al O₂, y si éste es combinado con un plastificante como el glicerol, puede mejorar considerablemente sus propiedades mecánicas, como la flexibilidad (López, Cuatín, Andrade, & Osorio, 2016).

1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Social

Aportar una solución a la problemática medio ambiental actual, ya que se procesará residuos orgánicos que afecta al medio ambiente, lo cual también se busca proporcionar a los consumidores un recubrimiento comestible que ayudará a preservar la calidad del queso andino, también beneficiar a los productores y a la vez promover la utilización de residuos orgánicos.

1.2.2. Científica-Tecnológica

“En esta investigación experimental, científica y tecnológica, nos permitirá obtener una forma de aprovechamiento de residuos orgánicos como es el suero lácteo” (Talavera & Tovar, 2018). Se aportará nuevos conocimientos en la elaboración de un recubrimiento comestible y se contribuirá también con el sector agroindustrial al proponer una nueva alternativa para el aprovechamiento de subproductos.

1.2.3. Económica

“El mercado nacional como internacional busca productos innovadores que cumplan con las exigencias tanto del consumidor como del mercado haciendo posible la creación de una empresa generando puestos de trabajo, incentivando la utilización de subproductos orgánicos” (Talavera & Tovar, 2018), dado que éste al ser un desecho industrial es de muy bajo costo y abundante en nuestro país, teniendo así un producto económicamente rentable y a la vez otorgar un valor a los residuos orgánicos.



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1. BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Materia prima: SUERO LÁCTEO

2.1.1.1. Descripción

El suero lácteo es un subproducto de la producción de quesos que se obtiene después del cuajado (Hernández, 2015), “por cada kilogramo de queso se producen 9 kilogramos de lactosuero” (Acevedo, 2010). El suero de leche representa alrededor del 85% - 90% del volumen de la leche y contiene aproximadamente el 55% de sus nutrientes de la leche original, es decir 6.3 g/kg de leche, de esta cantidad, aproximadamente el 25% es proteína, 8% grasa, 95% lactosa (dependiendo del contenido de humedad del queso) y 50 % de los minerales contenidos en la leche. (Villareal, 2017)

Astiasarán, I. y Martínez, A. indicaron que el suero de leche es un líquido de apariencia opaca y color amarillo verdoso, turbio, de sabor fresco, ligeramente dulce, de característica ácida, obtenido por medio de acidificación, aplicación de calor o coagulación enzimática. (Villareal, 2017)

“El suero posee principalmente lactosa, proteínas, lípidos y sales minerales. También contiene ácidos lácticos y cítricos y compuestos nitrogenados” (Hernández, 2015).

La composición del suero lácteo depende no solo de la composición de la leche y del contenido de humedad del queso, sino también de manera muy significativa, del pH al que el suero se separa de la cuajada, así como de la tecnología de elaboración del queso, el tratamiento térmico del suero, el almacenamiento del suero y tipo de queso a procesar. (Villareal, 2017)

2.1.1.2. Tipos de lactosueros

Dependiendo del proceso de producción y coagulación de la caseína, se pueden formar dos tipos de suero: suero dulce o suero ácido (Hernández, 2015). A continuación se describe cada uno de los tipos de lactosuero:

Lactosuero dulce

El suero dulce se obtiene como subproducto de quesos duros, semiduros y frescos. Proviene de fabricaciones de coagulación enzimática mediante el uso de cuajo. Es decir, es el resultado de la acción proteolítica de enzimas coagulantes sobre las micelas de caseína (CN) de la leche, que catalizan la ruptura del enlace peptídico de la κ -CN entre los aminoácidos fenilalanina en la posición 105 y metionina en la posición 106, provocando la precipitación de las CN para obtener el queso.

El suero dulce es el más utilizado por la industria y tiene una composición química más estable, lo que permite estimar valores medios de composición, tiene mejores aptitudes para el procesamiento y obtención de subproductos con valor agregado.

El suero dulce contiene una baja concentración de calcio ya que éste queda unido al complejo de caseína (paracaseína cálcica y proteína sérica) que se coagula. (Villareal, 2017)

Lactosuero ácido

Se obtiene como subproducto al producir el queso de pasta blanda, utilizando en el proceso de fermentación la adición de ácidos orgánicos o ácidos minerales para coagular la caseína, es decir existe una coagulación ácida o láctica de las micelas de CN en su punto isoeléctrico, lo que provoca la desmineralización y la pérdida de su estructura micelar (gel muy frágil). El suero ácido es muy mineralizado tiene un alto contenido de calcio, ya que el ácido láctico formado durante la fermentación reacciona con el calcio iónico presente y produce gradualmente la desmineralización de las micelas de caseína.

Este suero contiene más del 80% de los minerales de la leche de partida, por lo que debe neutralizarse para la mayoría de sus aplicaciones, además su contenido en lactosa se reduce debido a la fermentación láctica. (Villareal, 2017)

En realidad muchas de las cuajadas de quesería se obtienen por acción simultánea del cuajo y del ácido láctico proveniente de la lactosa por bacterias lácticas. En una cuajada enzimática domina ampliamente la acción del cuajo y se minimiza la acidificación láctica. Por el contrario en una cuajada ácida, el papel del cuajo es limitado y el agente principal agente flocculante es la acidificación. (Morales, 2011; Villareal, 2017)

“El suero ácido generalmente contiene menos proteínas y debido a su sabor y mayor contenido de sales su uso para alimentación es más limitado” (Hernández, 2015).

2.1.1.3. Características fisicoquímicas

Los sueros lácteos difieren en su composición, dependiendo de la leche utilizada en quesería, contenido de humedad del queso y de manera muy significativa del pH al que se separa el suero de la cuajada.

Químicamente el suero lácteo tiene un alto contenido en agua, sin embargo, es una fuente importante de nutrientes, especialmente de proteínas de alto valor biológico, cuyo contenido de aminoácidos esenciales es muy próximo al recomendado por la FAO, de ahí el interés por generar otros usos y aprovechar todos sus componentes.

Como se observa en la tabla 1, sobre la composición química de los tipos de suero, ambos contienen la mayoría de los componentes solubles de la leche de la que deriva. Tienen un alto contenido de lactosa e incluyen hasta una cuarta parte de las proteínas de la leche. (Villareal, 2017)

Tabla 1. Composición de los lactosueros dulces y ácidos derivados de la producción de quesos

COMPONENTES	LACTOSUEROS DULCES (g/kg DE LACTOSUERO)	LACTOSUEROS ÁCIDOS (g/kg DE LACTOSUERO)
Materia seca	55 - 75	55 – 65
Lactosa	40 - 50	40 – 50
Grasa bruta	0 - 5	0 – 5
Proteína bruta	9 – 14	7 – 12
Cenizas	4 – 6	6 – 8
Calcio	0,4 – 0,6	1,2 – 1,4
Fósforo (Fosfato g/L)	0,4 – 0,7 (1,0- 3,0)	0,5 - 0,8 (2,0 – 4,5)
Potasio	1,4 - 1,6	1,4 – 1,6
Cloruros	2,0 – 2,2	2,0 – 2,2
Ácido láctico	0 – 0,3	7 - 8
pH	> 6,0	> 4,5
Grados Dornic	< 20 °	< 50 °

Fuente: Callejas, Prieto, Reyes, Marmolejo y Méndez, (2012).

2.1.1.4. Características bioquímicas

Minerales

Elpidia, E. indicó que, entre los minerales que constituyen el lactosuero destaca el potasio, en una proporción de 3 a 1 respecto al sodio. También contiene otros minerales como el calcio un 50% más que en la leche, así como fósforo, magnesio y los oligoelementos zinc, hierro y cobre, todos ellos forman sales de gran biodisponibilidad para el organismo. (Elpidia, 2013)

“Los minerales de la leche se transfieren al suero o a los permeados después de la coagulación de la proteína en la producción de la cuajada” (Villareal, 2017)

En la tabla 2, se observa como los sueros ácidos tienen mayor contenido de minerales que los sueros dulces. (Villareal, 2017)

Tabla 2. Contenido de minerales en suero de leche

COMPONENTES	LACTOSUEROS DULCES (g/L)	LACTOSUEROS ÁCIDOS (g/L)
Calcio	0.4 – 0.6	1.2 – 1.6
Fosfatos	1.0 – 3.0	3.0 – 4.5
Hierro	0.6 – 1.0	1.0 – 1.3
Potasio	1.6	1.8
Sodio	5.4	5.5

Fuente: Panesar, S. *et al.*, (2007), Villareal, (2017).

Vitaminas

“El suero contiene cantidades pequeñas pero apreciables de vitaminas A, C, D, E y del complejo B, como la vitamina B12, riboflavina, responsable del color verdoso del suero” (Centro Nacional de Producción más limpia (CPM), 2004).

Tabla 3. Contenido de vitaminas en suero de leche

COMPONENTES	CONCENTRACIÓN (mg/100g)
Ácido ascórbico (Vit. C)	0.10
Tiamina (Vit. B1)	0.036
Riboflavina (Vit. B2)	0.158
Niacina (Vit. B3)	0.10
Ácido pantoténico (Vit. B5)	0.383
Piridoxina (Vit. B6)	0.031
Ácido fólico (Folacina)	1.0
Cobalamina (Vit. B12)	0.277
Retinol (Vit. A)	10 - 16

Fuente: Villareal, (2017).

Aminoácidos

“Las proteínas de este subproducto de la industria del queso juegan un papel nutricional importante como una fuente rica y equilibrada de aminoácidos esenciales” (Parra, 2009).

Además, tienen un “alto valor biológico debido a su contenido en leucina, triptófano, lisina y aminoácidos azufrados” (Parra, 2009).

Tabla 4. Composición en aminoácidos esenciales

AMINÁCIDOS	SUERO LÁCTEO (g/100 g de proteína)
Treonina	6,2
Cisteína	1,0
Metionina	2,0
Valina	6,0
Leucina	9,5
Isoleucina	5,9
Fenilalanina	3,6
Lisina	9,0
Histidina	1,8
Triptófano	1,5

Fuente: Parra, (2009).

Proteínas

Las seroproteínas representan alrededor del 20% de las proteínas de la leche de vaca. Las proteínas del suero son un conjunto de proteínas globulares que permanecen solubles en el suero lácteo independientemente de que la leche sea cuajada por acidificación a pH 4.7 o enzimáticamente, aunque pueden ser separadas físicamente del suero. Por otra parte, calentar el suero por encima de los 70 °C las denaturaliza y provoca su floculación. (Peralta, 2018)

La caseína representa el 78% de la proteína de la leche, es levemente deficiente en los aminoácidos azufrados (metionina y cisteína) mientras que las proteínas del lactosuero, que representan un 17% de la proteína total, contienen mayor cantidad de estos aminoácidos, por

lo cual su valor biológico es de 1.0 superior al 0.8 de la caseína. (Domínguez, 2000)

Las principales proteínas del suero son las albúminas (α -lactoalbúmina y albúmina sérica), las globulinas (α -lactoalbuminas, β -lactoglobulinas e inmunoglobulinas), las fracciones proteicas y las proteínas menores (lactolina y lacto transferrina). (Archibald, 2002)

La fracción proteica compuesta por β -lactoglobulina y α -lactoalbúmina representan el 70% del total de las proteínas séricas, estas son responsables de la emulsificación y formación de espuma, solubilidad en amplios rangos de pH, buena capacidad de gelatinización (gelificación), termolabilidad (precipitando progresivamente con los tratamientos térmicos) y aumento de viscosidad. (Nicorescu, I. et al, 2009)

“Por otra parte, la fracción menor, compuesta por inmunoglobulinas (13%), lactoferrina (3%), albúmina de suero bovino (5%), fracción peptona-proteasa y enzimas pueden influir significativamente en la funcionalidad del suero” (Aider, M. Halleux, D and Melnikova, I, 2009).

Tabla 5. Proteínas del suero de leche

PROTEÍNA	CONTENIDO (%)	PESO MOLECULAR (Da)	PUNTO ISOELÉCTRICO
β-lactoglobulina	48	18,400 - 36,900	5.35 - 5.49
α-lactoalbúmina	19	14,200	4.2 - 4.5
Proteosa-Peptona	20	4,000 - 80,000	5.1 - 6
Albumina sérica	6	69,000	4.8
Inmuglobulina	8	160,000	5.5 - 8.3
Lactoferrina	0.01	80,000	8 - 8.5

Fuente: Peralta, (2018).

A continuación, se describe los tipos de proteínas:

- **β -lactoglobulina**

Es la proteína más importante que constituye alrededor del 50% de las proteínas del suero lácteo; es una proteína globular de la familia de las lipocalinas cuya desnaturalización ocurre a 76 °C, es importante considerar cómo afecta el calor a esta proteína, ya que al ser la más abundante en el suero, tienden a dominar el comportamiento térmico del sistema. Actúa como agente emulsionante y contiene 22 Leucinas, 10 Isoleucinas y 9 Valinas, por lo que es de las proteínas más ricas en estos aminoácidos, y le confiere regiones hidrofóbicas muy fuertes, además contiene también residuos azufrados que le permiten formar puentes disulfuro intramoleculares o intermoleculares, importantes para su estabilización. (Peralta, 2018)

- **α -lactoalbúmina**

Es la segunda proteína más abundante en el suero y comprende aproximadamente del 20% de la proteína total de leche. Su estructura está bien definida con puentes disulfuro, lo que significa que puede desenvolverse por sí solo cuando es sometida a calor, y envolverse en algo similar a su forma nativa. Su temperatura de desnaturalización ocurre a 67 °C. La principal función biológica de la α -lactoalbúmina es ayudar en la biosíntesis de lactosa. (Peralta, 2018)

- **Glicomacropéptido (GMP)**

Compone aproximadamente un 10 a 15% de las proteínas del suero, es conocido también como el macro péptido de la caseína, es una proteína rica en aminoácidos ramificados como la leucina, isoleucina y valina. Sin embargo, no tiene presencia de fenilalanina, triptófano y tirosina. (Peralta, 2018)

- **Inmunoglobulinas**

Constituye aproximadamente el 10% de las proteínas del suero, existen cuatro clases de inmunoglobulinas que se encuentran en la leche IgG1, IgG2, IgA y IgM, todas estas moléculas tienen una estructura base similar.

Son proteínas globulares, lábiles al calor y constan de dos cadenas grandes y dos cadenas ligeras, cada una unida por puentes disulfuro. (Peralta, 2018)

- **Proteosa-Peptonas**

La fracción de proteosa-peptonas contenidas en el suero no está asociado con la caseína, contiene aproximadamente un 17% de carbohidratos y tiene un peso molecular alrededor de 20,000. El anticuerpo para proteger el componente de peptonas reaccionará en forma cruzada con la membrana de glóbulos grasos y se ha sugerido que este componente se origina en la membrana. (Peralta, 2018)

- **Albúmina sérica**

Representa aproximadamente el 5 % y se considera como un componente menor en el suero lácteo, con un peso molecular elevado. La cadena péptica, libre de fosforo, compuesta por 582 aminoácidos y en la posición 34 tiene cisteína con un grupo -SH libre, además contiene 17 disulfuros que estabilizan la estructura de esta proteína sérica globular. Es capaz de reaccionar con la β -lactoglobulina debido a la gran cantidad de puentes disulfuro que tiene, además posee sitios de unión específicos para moléculas hidrofóbicas. (Peralta, 2018)

- **Lactoferrina**

Es una glicoproteína y constituye aproximadamente el 1% de los componentes de las proteínas del suero, compuesta aproximadamente por 680 aminoácidos y una masa molecular de 80,000 Da. Inhibe el crecimiento de bacterias y hongos, debido a su capacidad para unirse al hierro. La lactoferrina no es coagulable mediante tratamientos térmicos ni mediante manipulación de pH. (Villareal, 2017)

- **Lactoperoxidasa**

“Es una glicoproteína y constituye el 0.5 % de la seroproteína. Es una enzima termoestable, posee efectos inhibitorios contra la *Escherichia Coli*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Salmonella typhimurium*, además de evitar el crecimiento de bacterias gram positivas” (Veisseryre, 2002)

- **Lisozima**

“Es una enzima presente de forma natural en la leche, constituye menos del 0.1% de las seroproteínas y tiene propiedades para aumentar la inmunidad” (Villareal, 2017).

2.1.1.5. Características microbiológicas

Varnam and Sutherland afirmaron que, el suero lácteo del queso contiene una gran cantidad de microorganismos procedentes de los cultivos iniciadores que deben eliminarse. El suero sin procesar es también un ambiente favorable para el crecimiento bacteriano, especialmente cuando el pH es relativamente alto. Por esa razón se debe mantener en refrigeración por un corto tiempo y tomar las precauciones necesarias para minimizar la contaminación. Esto incluye un tratamiento térmico al material original equivalente a la pasteurización, previniendo el crecimiento de microorganismos en las diferentes etapas de fabricación y evitando la recontaminación en el proceso y producto final. (Menchón, Cadona, & Bruschi, 2016)

Sin embargo, la aplicación de un tratamiento térmico adecuado para eliminar los microorganismos presentes usa un rango de temperatura óptimo para el crecimiento de microorganismos termófilos y termodúricos, principalmente aquellos capaces de sobrevivir a la pasteurización y de formar esporas constituyendo un problema en la industria alimentaria. (Jay, 1992)

“La capacidad de estas bacterias para sobrevivir en condiciones hostiles les permite resistir a una baja disponibilidad de nutrientes, pH extremos, temperaturas adversas, y valores bajos de actividad de agua” (Menchón, Cadona, & Bruschi, 2016).

Cuando el ambiente se vuelve favorable, se activan, germinan y se multiplican. Esta es la razón por la que los microorganismos formadores de esporas tienen una ventaja competitiva con la microflora total de la leche, lo que provoca el deterioro de los alimentos y posibles peligros para salud. (Arnesen et al, 2008)

“Las bacterias esporuladas presentes en los productos lácteos pueden ser anaerobios estrictos como los que pertenecen al género *Clostridium*, o anaerobios facultativos pertenecientes al género *Bacillus*” (Menchón, Cadona, & Bruschi, 2016).

Tabla 6. Análisis microbiológico del lactosuero de queso Paipa

PARÁMETROS	PLANTAS DE QUESO PAIPA TUNJA (BOYACÁ) - COLOMBIA		
	LOS ALISOS	LA PRADERA	CARTAGENA
Aerobios Mesófilos (UFC/mL)	11 x 10 ⁵ c	13 x 10 ⁵ b	16 x 10 ⁵ a
Bacillus cereus (UFC/mL)	< 10a	< 10a	< 10a
Coliformes fecales (NMP/mL)	> 1100a	> 1100a	> 1100a
Coliformes totales (NMP/mL)	> 1100a	> 1100a	> 1100a
Esporas clostridium sulfito reductor (UFC/mL)	< 10a	< 10a	< 10a
Levaduras (UFC/mL)	51 x 10 ² a	14 x 10 ² b	49 x 10 ² a
Mohos (UFC/mL)	20c	80a	40b
Salmonella sp. (A- P/25mL)	ausencia	ausencia	ausencia
Staphylococcus aureus coagulasa positiva (UFC/mL)	< 10a	< 10a	< 10a
Bacterias ácido lácticas (UFC/mL)	6 x 10 ⁴ b	10 x 10 ⁴ b	16 x 10 ⁴ a

Fuente: López-Barreto, Becerra-Jiménez y Borrás-Sandoval, (2018).

2.1.1.6. Usos

- Productos de panadería: croissant y tortas ya que sirve como emulsificante, reemplaza la adición de huevo y da cuerpo a la masa.
- Bebidas fermentadas: gracias a su acción emulsificante y gelificante, mejora sus propiedades organolépticas como también la consistencia y cohesividad.
- Bebidas como jugo de frutas, refrescos, bebidas achocolatadas: el suero lácteo aporta valor nutricional, solubilidad, viscosidad y estabilidad coloidal.
- Postres como yogurt en barra y helados: gracias a sus propiedades emulsificantes que otorgan textura a los productos.
- Confitería: funciona como emulsificante y facilita el batido.
- Productos cárnicos: sirve como pre-emulsificante, gelificante y mejora la solubilidad.
- Alimentos nutricionales: el suero aporta alimentos con mayor valor nutricional y a bajo costo, como alimentos para deportistas, ancianos, fórmulas nutricionales especiales para mantener un peso saludable o aumentar la ingesta de proteína, así como fórmulas infantiles y fórmulas especiales para alimentación hospitalaria.
- Concentrados de proteína: suplementos nutricionales, productos alimenticios especiales, etc.
- Aislados de proteína: bebidas, suplementos de proteína, etc.
- Hidrolizados de proteína: para deportistas, fórmulas para lactantes, productos nutricionales especiales, etc.
- Purificación de proteínas aisladas: α lactoalbúminas, β lactoglobulinas, inmunoglobulinas, glicoproteínas como lactoferrina y lactoperoxidasa.
- Fuente de compuestos bioactivos: Péptidos y proteínas con potencial antihipertensivo, actividad antimicrobiana, antioxidante, aumento de la saciedad, etc.
- Fuente de lactosa: compuesto transportador en productos farmacéuticos, materia prima para la producción de derivados de lactosa: lactosa, GOS, lactitol, glucosa.
- Fuente para extraer minerales: calcio y fósforo. (Elpidia, 2013)

2.1.1.7. Normas: nacionales y/o internacionales

- Codex Stan 289-1995 Norma para los sueros en polvo (CODEX STAN 289-1995, 1995).

2.1.2. Aditivos alimentarios

2.1.2.1. Glicerol

Es un compuesto químico también llamado glicerina, es un líquido viscoso sin olor ni color. El glicerol tiene tres grupos hidroxilos los cuales son responsables de su solubilidad en agua y su carácter higroscópico, es el componente central de ciertos lípidos, es ligeramente dulce y de baja toxicidad (Barreda, 2016).

Miramont indicó que, “el efecto global de reemplazar las interacciones polímero por interacciones plastificante-polímero es reducir la rigidez de las películas” (Miramont, S, 2012).

“El glicerol en la formulación permite que el producto final aumente su permeabilidad al vapor, debido a la naturaleza hidrofílica del glicerol que forma fácilmente puentes de hidrógeno con las moléculas de agua” (Barreda, 2016).

Generalmente se requieren plastificantes como el glicerol en formulaciones a base de polisacáridos y proteínas, para aumentar la flexibilidad de los recubrimientos, aumentando el volumen libre o la movilidad molecular de los polímeros, disminuyendo los enlaces de hidrógeno internos entre las cadenas de polímero y aumentando el espacio intermolecular. Los plastificantes influyen en la capacidad de atracción de agua del sistema y generalmente tienden a aumentar la permeabilidad al oxígeno de los recubrimientos comestibles. (Morales, 2011)

2.1.2.2. Goma xantana

“La goma xantana es un polisacárido producto del proceso de fermentación de la *Xanthomonas campestris*, consta de una estructura celulósica básica con ramificaciones de trisacáridos” (Herrera, 2018).

La estructura ramificada de su molécula y su elevado peso molecular otorgan a la goma xantana un alto poder viscosificante. La viscosidad aparente aumenta exponencialmente con la concentración. Al 1% se pueden lograr viscosidades aparentes cercanas a los 2000 cps. En este sentido, es superior a otros polisacáridos tales como la dextrana, la carboximetilcelulosa o el alginato. La goma xantana es completamente soluble en agua fría o caliente, además la viscosidad de sus soluciones son extraordinariamente estables a temperatura, pH y fuerza iónica. La viscosidad de las soluciones prácticamente no varía en un rango de 4 y 93 °C y lo mismo ocurre en un rango de pH entre 1 y 13. La compatibilidad de la goma xantana en solución con metales, ácidos, sales, agentes reductores, otros texturizantes, solventes, enzimas, surfactantes y conservadores, es generalmente muy alta en las concentraciones presentes comúnmente en formulaciones industriales. (García, Quintero, & López-Munguía, 1993).

Muy eficaz como espesante, estabilizante y agente para mantener suspensiones. Las gomas se utilizan tradicionalmente como estabilizantes en alimentos ya que no aportan sabor, color ni olor. (Herrera, 2018)

2.1.2.3. Natamicina

También llamada piramicina se produce por fermentación de la bacteria *Streptomyces natalensis*, es un antifúngico natural y se utiliza como aditivo alimentario para tratar la superficie de quesos duros, semiduros y semiblandos debido a su actividad frente a hongos y levaduras. (González, Pardini, & Amalvy, 2014)

“Su uso es de hasta 100 mg kg⁻¹ en la elaboración de quesos” (Sáez, 2017).

La Administración de Medicamentos y Alimentos (FDA) ha considerado la natamicina como un producto reconocido como seguro y la Unión Europea como un conservante natural (E235). Este fungicida del grupo polieno macrólido actúa sobre el ergosterol de la membrana celular y se puede utilizar para el tratamiento de la superficie del queso. (Agudelo-Cuartas, Granda-Restrepo, Sobral, Hernandez, & Castro, 2020)

La comisión del Códex Alimentarius, menciona que la natamicina es un polieno macrólido (posee un anillo de lactona) fúngico, contra levaduras y mohos, sin efecto en las bacterias; siendo eficaz en concentraciones muy bajas, entre los 3 y 10 mg kg⁻¹ de producto terminado. Es ligeramente soluble en agua, por lo que permanece en la superficie de los alimentos, evitando la proliferación de hongos. Su aplicación en quesos es superficial, ya sea por aspersion, baño con una suspensión o aplicarse como parte del recubrimiento del queso con una emulsión. Un estudio realizado en cromatografía de alta resolución (HPLC) demostró que la natamicina no produce cambios organolépticos en el queso, en comparación del sorbato de potasio. (Sáez, 2017)

2.1.3. Producto a obtener: RECUBRIMIENTO COMESTIBLE

2.1.3.1. Descripción

Un recubrimiento o cobertura comestible se define como una capa continua y delgada de material comestible formado como un revestimiento sobre el alimento, mientras una película comestible (denominado en inglés como *film*) es una capa preformada y delgada elaborada con material comestible que una vez preparada puede disponerse sobre el alimento o entre los componentes del mismo.

De forma general puede decirse que los recubrimientos se aplican en forma líquida sobre el alimento, normalmente por inmersión del producto en la solución con capacidad filmogénica, mientras que las películas elaboradas como láminas sólidas se aplican posteriormente sobre el alimento como envoltura.

Las películas y recubrimientos comestibles pueden ser considerados productos alimenticios, ingredientes, aditivos o sustancias en contacto con alimentos. En la mayoría de los casos se llaman aditivos, porque no proporcionan un valor nutricional significativo al alimento; sin embargo, si de alguna manera aumentan el valor nutricional de los alimentos, pueden clasificarse como ingredientes. (Gastelo & Neciosup, 2016)

2.1.3.2. Propiedades

Kester y Fennema comentan que, los recubrimientos comestibles deben tener ciertos requisitos funcionales para controlar o reducir las causas de alteración de los alimentos a recubrir (Kester & Fennema, 1986). Las películas deben de tener el menor sabor posible o de lo contrario deben de tener un sabor compatible con el alimento al cual se está recubriendo. Dado a que las películas son tanto componentes del alimento como envases del mismo deben reunir algunos de estos requisitos (Morales, 2011), dependiendo de la naturaleza del producto alimenticio al cual se aplica y de su principal mecanismo de deterioro, son:

- Propiedades barrera: deben tener una adecuada permeabilidad al vapor de agua y solutos y una permeabilidad selectiva a gases y volátiles.
- Propiedades sensoriales: deben ser transparentes, no otorgar sabor y olor diferente a los alimentos y no deben ser detectados por el consumidor.
- Deben estar libres de toxicidad e inofensivos para la salud.
- Deben requerir tecnología simple para su desarrollo.
- Las materias primas y el costo de producción del recubrimiento deben ser económicos.

Para que los recubrimientos comestibles sean funcionales y, por lo tanto, óptimos, se debe prestar especial atención a la selección de los materiales que los componen, ya que sus propiedades se ven fuertemente afectadas por la naturaleza de sus componentes, composición y estructura final. (Roque, 2014)

Tabla 7. Materiales empleados para la elaboración de Películas y Recubrimientos Comestibles

COMPONENTES	EJEMPLOS	
LÍPIDOS	Cera de abeja	
	Cera de Carnauba	
	Cera de Candelilla	
POLISACÁRIDOS	Celulosa y sus derivados	
	Qitosano	
	Pectinas	
	Gelano	
	Almidón	
	Mucílagos	
PROTEÍNAS	Caseína	
	Proteínas del suero	
	Zeína	
MEZCLAS O SISTEMAS MULTICOMPONENTES	Se pueden hacer mezclas de polisacáridos, proteínas y/o lípidos.	
OTROS COMPONENTES (ADITIVOS)	Emulsificantes y surfactantes	
	Plastificantes	Glicerol
		Sorbitol
	Antimicrobianos	Qitosano
		Aceites esenciales
		Propéleo

Fuente: Morales, (2011).

2.1.3.3. Usos

El uso de recubrimientos comestibles se ha extendido a muchos alimentos: pescados, productos cárnicos y carne aviar tanto frescos como congelados, frutas y verduras enteras o picadas, quesos, productos procesados, entre otros. Esto se debe al desarrollo de formulaciones innovadoras en los biopolímeros utilizados para su composición. Dependiendo del tipo de biopolímeros (proteínas, polisacáridos, lípidos) que forman la película o recubrimiento comestible, sus propiedades y funciones serán diferentes; porque están vinculados a la composición química y estructural del biopolímero mencionado. Estas funciones están asociadas con la preservación de la calidad de los alimentos en los que se aplica y consisten principalmente en servir como barrera en la transferencia de diferentes sustancias, desde el alimento hacia el exterior y viceversa. (Gastelo & Neciosup, 2016)

2.1.3.4. Recubrimientos comestibles a base de proteínas de suero lácteo

Los recubrimientos comestibles a base de proteínas han ganado atención en los últimos años debido a sus propiedades funcionales y características nutricionales, las proteínas de suero pueden crear películas insolubles en agua una barrera selectiva a la humedad, la migración de gases y solutos y al mismo tiempo, transportar varios ingredientes funcionales como antioxidantes, agentes antimicrobianos, especies, colorantes, sabores y olores que pueden mejorar la funcionalidad de estos recubrimientos, además, estos recubrimientos se caracterizan por ser totalmente biodegradables. Prolongando la vida útil y la conservación de los alimentos. La creación de este sustituto del plástico tiene la ventaja de ser: biodegradable, comestible y económico, reduciendo los desechos y la contaminación ambiental. (Villareal, 2017)

2.1.3.5. Productos similares

- Películas comestibles.
- Ceras comestibles.

2.1.3.6. Normas: nacionales y/o internacionales

- Codex Stan 192-1995 Norma General para los aditivos alimentarios (CODEX STAN 192-1995, 1995)

2.1.4. Producto a recubrir: QUESO ANDINO

2.1.4.1. Descripción

El queso andino o también conocido como queso blanco, es un queso fresco elaborado a partir de leche de vaca. Para su preparación se utiliza leche cruda o pasteurizada, que se filtra, se calienta, se agrega los fermentos y luego se agrega el cuajo. La cuajada se corta con una lira, se coloca en moldes, se escurre el suero y se prensa (este proceso se repite varias veces) se deja madurar entre 3 y 7 días. (Cacuango & Giraldo, 2018)

2.1.4.2. Características fisicoquímicas

La composición fisicoquímica del queso está directamente relacionada con la composición química de la leche de partida. Esto no significa que sus composiciones sean exactamente iguales. De hecho, esto no sucede ni siquiera en cuajadas recién preparadas, ya que durante el proceso de fabricación algunos compuestos sufren una transformación, como las proteínas que se agregan para formar una red proteica, y otros se pierden en el suero, como gran parte de la lactosa y de las proteínas del suero. (Vallejo, 2020)

Tabla 8. Composición bromatológica del queso andino obtenido a partir de leche procedente de vacas de tres razas diferentes

PARÁMETROS	RAZAS		
	Holstein	Brown Swiss	Jersey
Proteína	18.0	19.7	21.2
Sólidos Totales	50.0	57.0	61.0
Grasa	22.0	23.6	28.1
Cenizas	4.3	4.7	4.5

Fuente: Heredia, (2006).

Lactosa

Es el principal carbohidrato en la leche de todos los mamíferos y en el queso durante sus primeras etapas de maduración. En ambos productos juega un papel vital, ya que es fundamental para el desarrollo de la fermentación, afectando directamente sobre el desarrollo de los cultivos iniciadores y el pH del queso. Esto puede afectar otras características como la textura o la formación de compuestos volátiles relacionados con el sabor. (Closa, et al, 2015)

La forma en la que la lactosa se encuentra en la leche es disuelta en solución acuosa, por lo que la mayor parte se pierde en el suero durante el proceso de elaboración del queso. La lactosa queda permanece en la cuajada y es fermentada por las bacterias ácido lácticas de modo que es convertida a ácido láctico, lo que afecta el valor del pH. (Baró, et al, 2014)

Extracto seco

El extracto seco de leche y queso consta de todos los componentes sólidos, lo que incluye proteínas, grasa, azúcares y minerales. Durante el proceso de elaboración del queso, la mayor parte del agua y de los compuestos hidrosolubles de la leche (lactosa, seroproteínas, ácido láctico y algunos de los minerales) se pierden en el lactosuero. La cuajada esta formada por un red de proteínas en las que se captura casi toda la grasa, parte del agua, parte de la lactosa y otros compuestos como minerales, enzimas, etc. (Closa, et al, 2015)

El extracto seco de la leche está directamente relacionado con el rendimiento quesero. El contenido de humedad final en la cuajada determina en gran medida el pH final del queso, debido a que está relacionado con la cantidad residual de lactosa fermentable. Además, el extracto seco es muy importante en otros aspectos de la maduración del queso, ya que determina algunas características importantes como la textura, también está relacionado con la actividad de agua y la posibilidad de que se desarrollen o no ciertos tipos de microorganismos. (Valerio, 2018)

Proteínas

Las proteínas se dividen en caseínas y seroproteínas. Las caseínas son las proteínas mayoritarias y se designan como α 1-caseínas, α 2-caseínas, β -caseínas y κ caseínas, mientras que las principales seroproteínas son β -lactoglobulinas y α lactoalbúminas. Algunas proteínas se derivan de la degradación de otras, como γ -caseínas y algunas de las proteosa-peptonas, que derivan de α -caseínas. (Baró, et al, 2014)

Materia grasa

La grasa constituye el componente mayoritario, el contenido de grasa de la mayoría de las variedades está entre 42% y 56%. La diferencia entre el contenido de grasa de cada queso depende de varios factores, como la composición de la leche (especialmente la proporción proteína/grasa) y el proceso de producción del queso. Por otra lado, los cambios en la proporción de grasas están relacionados con cambios en los valores de proteína y extracto seco, así como del rendimiento quesero. (Valerio, 2018)

2.1.4.3. Defectos del queso

- **Alteraciones frecuentes**

- **Moho superficial:** el crecimiento de moho produce manchas azuladas, marrones o negras, tanto en la corteza como en la superficie del corte.
- **Ablandamiento y deformación:** debido al almacenamiento a temperaturas demasiado altas, los microorganismos que viven en el queso actúan sobre su masa, provocando una reducción de su consistencia.
- **Abeturas del queso:** producidas por la excesiva acidez del queso durante el cuajado.
- **Hinchazón:** en el interior del queso se forman cavernas bajo acción de determinados microorganismos, apareciendo su aspecto exterior abultado.

- Fluidez excesiva de las pastas blandas: cuando la cuajada no esta completamente desuerada, permite el desarrollo posterior de bacterias que licuan la masa. (Heredia, 2006)

- **Hinchazón del queso**

Según Madrid, este es uno de los mayores problemas de la industria del queso y causa grandes pérdidas. Ocurre con frecuencia y el quesero debe estar atento y saber que existen dos tipos de hinchazón:

- Hinchazón precoz: es casi siempre un problema de higiene en la fabricación. El queso siempre se hincha entre la prensa y la salida de la salmuera. Si se golpea el queso, hace un sonido hueco, si se corta, tiene muchos de ojos pequeños, la masa queda esponjosa. El sabor es anormal. Si la hinchazón es muy fuerte aparecen burbujas en la superficie del queso. Dado que se trata de un problema de higiene de la fábrica, el fabricante de queso casi siempre es responsabilizado del defecto. Causada por bacterias del grupo coliforme (E. Coli), provenientes de la leche cruda y destruidas por pasteurización. Por tanto, si existen en una fábrica es porque la leche no ha sido pasteurizada adecuadamente o ha sido recontaminada después de la pasteurización.
- Hinchazón tardía: las principales causas de la hinchazón tardía, se deben a la contaminación del ensilaje, polvo y estiércol del corral, donde la leche se contamina durante el ordeño con gérmenes del grupo Clostridium. Estos no se destruyen con la pasteurización. Esto significa que puede estar presente en la leche de cualquier planta. Aunque este limpio y se utilice la pasteurización correctamente. Este es un problema difícil resolver, la mayoría de las veces el defecto no aparece hasta después de una o dos semanas de maduración. El queso se hincha, se queda levantado. Al cortar se observan ojos grandes e irregulares o grietas en la masa. El olor es anormal y el sabor picante o moderadamente dulce, si es que no se malogra. (Heredia, 2006)

2.1.4.4. Calidad del queso

Para verificar la calidad del queso se deben realizar estudios microbiológicos para descartar posibles cambios fisicoquímicos, además de determinar el contenido de patógenos, de acuerdo con la normativa INEN 2620, el queso andino fresco debe estar libre de microorganismos patógenos, de sus metabolitos y toxinas. (Vallejo, 2020)

2.1.4.5. Análisis sensorial

La apreciación de los alimentos se produce principalmente por la percepción sensorial y en las tecnologías modernas, a pesar de disponer de procedimientos analíticos instrumentales, los científicos son cada vez más conscientes de la necesidad de mejorar los métodos analíticos basados en dicha apreciación sensorial, que son en definitiva los más adecuados para la evaluación final de la calidad de los alimentos; debido a que el análisis de los componentes químicos y las propiedades físicas de un alimento aporta información sobre la naturaleza del estímulo percibido por el consumidor, pero no sobre la sensación que experimenta al ingerirlo.

Además, que catar (evaluar, analizar) un queso, consiste en examinarlo a través nuestros sentidos con el fin de captar y valorar las características que se perciben a través de ellos. Dado que estas características juegan un papel crucial en la decisión del consumidor de comprar el producto, el análisis sensorial es una ayuda sumamente importante para controlar y mejorar la calidad de los quesos.

El queso, como cualquier alimento, además de cumplir con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, debe tener buen sabor, es decir, debe pasar el examen sensorial, ya que la finalidad de los alimentos, es, además de nutrir al hombre sin perjudicar su salud, que resulte agradable al paladar. Durante las catas, se destacan las características del sabor, aromas, textura, color y vista. (Heredia, 2006)

Atributos a evaluar

- **Color:** El jurado debe determinar que muestra cumple con el atributo de queso de color crema amarillento y de tonalidad uniforme.

- **Olor:** Se busca que sea un queso característico, suave.
- **Textura:** Se busca que tenga un textura compacta, lisa, no granulosa y suave.
- **Sabor:** Se busca que tenga un sabor suave, láctico, salado. (Medina & De La Torre, 2019)
- **Apariencia:** Consiste en el examen visual de la muestra de queso Se busca que tenga una consistencia semidura, una textura compacta y lisa, que el color sea crema amarillento de tonalidad uniforme, de sabor suave y delicado. (Heredia, 2006)

2.1.5. Procesamiento: Métodos

2.1.5.1. Métodos de procesamientos

- **Métodos de elaboración del recubrimiento comestible**
 - **Método 1: empleado por Gastelo y Neciosup**

Utilizó lactosuero, filtró para retener los residuos de la cuajada y agitó magnéticamente durante 10 minutos para homogeneizar la muestra, agregó 10% de sorbitol para mejorar la flexibilidad y agitó durante otros 10 minutos. Luego adicionó almidón de yuca en diferentes proporciones (8%, 10% y 12%) y agitó magnéticamente durante 10 minutos, en seguida calentó la solución en un rango de temperatura de 65 – 85 °C manteniendo la agitación en un periodo de 12 a 15 minutos. Finalmente, con la suspensión filmógena formó películas vertiendo la solución en una bandeja, lo llevó a un secador a 45 °C durante 2 horas y también recubrió diferentes alimentos como queso tipo suizo, aguaymanto fresco, uva Red Globe y barras de King Kong. (Gastelo & Neciosup, 2016)
 - **Método 2: empleado por Cuatin y López**

Utilizaron lactosuero dulce, obtuvieron concentrado de proteína de suero mediante dos tratamientos: acidificación y adición de iones calcio.

Por acidificación, adicionaron una solución de ácido cítrico al 33% hasta llegar a un pH de 4.6, lo calentaron hasta llegar al punto de ebullición e inmediatamente lo enfriaron en un baño de agua-hielo hasta temperatura ambiente, se dejó reposar por 12 horas, se filtró y por último se secó a 50 °C, maceró y tamizó en malla N°40.

Por adición de iones calcio, adicionaron una solución a 2000 ppm de Ca^{++} en una relación de 10:1 (mL de solución/L de suero), lo calentaron hasta llegar al punto de ebullición e inmediatamente lo enfriaron en un baño de agua-hielo hasta temperatura ambiente, se dejó reposar por 12 horas, se filtró y por último se secó a 50 °C, maceró y tamizó en malla N°40.

Para preparar los recubrimientos, realizaron diluciones de concentrado de proteína de suero (10, 7.5 y 5%) en agua destilada a 80°C con agitación constante por 5 minutos (para eliminar los grumos, utilizaron un homogenizador), luego añadieron cera de abeja (15, 10 y 5%), CMC (0.5%), Tween 80 (8%) y glicerol (10%), manteniendo la agitación constante, por último se dejó reposar a temperatura ambiente y se almacenó en refrigeración hasta su aplicación. (Cuatin & López, 2015)

○ **Método 3: empleado por Maccapa**

Se utilizó aislado de proteína de suero lácteo de queso en polvo al 90% de pureza, procedente de la ciudad de Lima, realizaron verificaciones de calidad, posteriormente se calentó agua destilada y se disolvió el 8% y 10% de aislado de proteína de lactosuero en polvo aproximadamente por 10 min, una vez alcanzada la temperatura de 70 °C se incorporó el plastificante de glicerol (4 y 6%), para la hidrofobicidad se agregó 1% de cera de abeja y 1% de lecitina de soya como emulsionante. Se homogenizó por 10 min y se enfrió hasta los 25 °C con la finalidad que la solución filmogénica tome una consistencia viscosa, homogénea y transparente. (Maccapa, 2015)

- **Método 4: modificado por Pérez, Soazo, David, Rubiolo y Verdini**

Las diferentes formulaciones de films comestibles se prepararon a partir de concentrado de proteína de suero lácteo (WPC) 80% como ingrediente mayoritario y glicerol (Gli) como plastificante de acuerdo con la técnica descrita por Soazo y col. (2010). WPC y Gli se disolvieron en agua destilada en una relación WPC/Gli 3:1. Después de agitar las suspensiones durante 15 min, colocaron en un baño María a 90°C durante 30 min. Luego se homogeneizaron usando un equipo Omni GLH a 20.000 rpm por 5 min. Posteriormente, se colocaron en un baño de hielo para detener la desnaturalización de proteínas y se enfriaron hasta temperatura ambiente.

Se incorporó 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.0% de sorbato de potasio, benzoato de sodio y propionato de sodio, respectivamente; el pH se ajustó a 5,2 con HCl (1,0 N). Por último, las suspensiones se desgasificaron al vacío, se pesaron 8 g de cada formulación en placas Petri. Las placas se deshidrataron sobre una superficie plana en una cámara climática, en condiciones controladas de temperatura (25°C) y humedad relativa (58%). Se realizó una evaluación visual periódica de las placas y se despegaron los films cuando se observaron signos que indicaban el final del proceso de secado. Una vez despegadas, se estabilizaron durante 24 h en las mismas condiciones a las de secado. Los films utilizados en las diversas pruebas fueron seleccionados de acuerdo con la ausencia de defectos físicos como grietas, burbujas o agujeros. (Pérez, Soazo, David, Rubiolo, & Verdini, 2012)

- **Métodos de aplicación del recubrimiento comestible**

- **Pulverización: empleado por Abraján**

Según Tharanathan, “este método es muy adecuado si es necesario obtener un recubrimiento de espesor muy delgado; se debe mantener una presión adecuada para lograr el espesor del recubrimiento requerido” (Tharanathan, 2003).

- **Inmersión: empleado por Abraján**

Según Tharanathan, es ampliamente utilizado para productos que requieren la aplicación de varias capas de recubrimientos, tienen una superficie irregular o requieren un recubrimiento uniforme; pero su desventaja es que la solución de inmersión debe ser reemplazada, porque durante el proceso hay contaminación por microorganismos, sólidos u otros contaminantes. (Tharanathan, 2003)

- **Barnizado:**

Este método permite aplicar el recubrimiento de manera uniforme sobre la superficie, cubriendo cada espacio; pero su desventaja es que requiere de más tiempo y mano de obra (si es que se realiza manualmente) en comparación de otros métodos.

- **Casting (films independientes): empleado por Calle y Hancco**

Esta técnica permite obtener películas de calidad que facilitan la caracterización y estudio de sus propiedades. Consiste en verter la solución formadora sobre una superficie plana y luego se seca. Después la película se despega de la superficie. Debido a esto, esta técnica solo se usa cuando el alimento a recubrir tiene una matriz estructural suficiente. (Calle & Hancco, 2014)

2.2. ANTECEDENTES

2.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Camilo Agudelo Cuartas, Diana Granda Restrepo, Paulo J.A. Sobral, Hugo Hernandez y Wilson Castro. En su artículo titulado “Characterization of whey protein-based films incorporated with natamycin and nanoemulsion of α -tocopherol”. Heliyon. 2020. El objetivo fue evaluar las propiedades de la película a base de proteína de suero (WPC) cuando se añade natamicina (NAT), α -tocoferol (α -TOC) nanoemulsionado o ambos. Se preparó una nanoemulsión de aceite en agua (O/W) de antioxidante (α -tocoferol) mediante la técnica de microfluidización. Se prepararon cuatro películas con diferentes niveles de NAT y α -TOC nanoemulsificado y se caracterizaron. La NAT, el α -TOC nanoemulsionado o ambos no modificaron el contenido de humedad de las películas; la opacidad de la película y los valores de WVP aumentaron cuando se incorporó compuestos a la película. La adición de NAT produjo películas con efectividad contra *C. albicans*, *P. chrysogenum* y *S. cerevisiae*. (Agudelo-Cuartas, Granda-Restrepo, Sobral, Hernandez, & Castro, 2020)

Ariel Alexis Sáez Rodríguez. En su trabajo de investigación titulado “Reducción del uso de Natamicina en la producción del queso tipo Gauda”. Universidad Austral de Chile – 2017. El objetivo fue evaluar el efecto de la natamicina, en la presencia de hongos y levaduras en la superficie del queso tipo gauda, durante 16 días de maduración en condiciones controladas, utilizando diferentes concentraciones de la solución antifúngica (1000, 2000 y 4000 mg L⁻¹). Con el fin de establecer la concentración mínima inhibitoria se realizó una prueba de difusión en agar, utilizando concentraciones de 500, 1000, 1500, 2000 y 4000 mg L⁻¹. Estos presentaron halos de inhibición mayores a 16 mm de diámetro frente al hongo del género *Penicillium* spp, incluso al utilizar la concentración más baja (500 mg L⁻¹), lográndose obtener la inhibición del hongo frente al antifúngico. La propuesta de la industria fue disminuir la concentración de la solución fungistática de 4000 a 2000 mg L⁻¹; mostrando esta última también un resultado eficaz frente a la presencia de hongos y levaduras, también resultó eficaz al utilizarse una de las concentraciones más bajas (1000 mg L⁻¹), durante la maduración de los quesos al cabo de los 16 días. (Sáez, 2017)

Magdalena Víquez Araya. En su proyecto de investigación titulado “Elaboración de un film biodegradable para el recubrimiento comestible de alimentos a base de proteína de lactosuero”. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica – 2016. El objetivo fue desarrollar un film biodegradable a partir de proteína de suero lácteo, se analizaron las variables: cantidad de glicerina, sorbato de potasio, temperatura y tiempo del tratamiento térmico, para lo cual se evaluaron las propiedades mecánicas, solubilidad en agua, permeabilidad al vapor de agua, las propiedades térmicas y la cuantificación del contenido de humedad. Se concluyó que los tratamientos en los cuales se utilizó una mayor proporción de sorbato de potasio obtuvieron valores de elongación altos y valores de solubilidad en agua más bajos. El análisis de biodegradabilidad ha establecido que en un periodo cercano a los 100 días se obtiene un porcentaje de biodegradación del 30%. (Viquez, 2016)

Liseth Yurani Cuatin Ruano y David Fernando López Enríquez. En su trabajo de investigación titulado “Recubrimiento comestible a base de proteínas de suero lácteo y cera de abeja sobre la calidad fisicoquímica y organoléptica de aguaymanto”. Universidad de Nariño, Colombia – 2015. El objetivo fue evaluar el efecto de un recubrimiento comestible (RC) a base de concentrado de proteínas de leche (WPC) y cera de abeja (CA) sobre las propiedades del aguaymanto. Extrajeron la proteína por dos métodos (acidificación y adición de soluciones iones calcio), por el primer método obtuvieron 37,62% de WPC por lo cual lo utilizaron como base del RC. La formulación óptima fue 10% de WPC y 15% de CA, demostrando que disminuye el % pérdida de peso (35,49%), firmeza y % acidez; así como también aumenta el pH, sólidos solubles, índice de madurez y color; mantuvo las propiedades fisicoquímicas del fruto durante los 15 días evaluación, además, no presentó diferencias significativas en las pruebas de evaluación sensorial y grado de satisfacción con respecto al testigo. Sin embargo, se detectaron cambios en el brillo de los frutos recubiertos. (Cuatin & López, 2015)

Leonardo Pérez, Marina Soazo, Mauricio David, Amelia Rubiolo y Roxana Verdini. En su artículo titulado “Actividad antimicrobiana de films comestibles a base de proteínas del lactosuero y glicerol incorporadas con sales orgánicas”. La industria Cárnica Latinoamericana, Argentina – 2012. El objetivo fue evaluar el potencial antimicrobiano de películas comestibles (PC) elaboradas a base de proteínas del lactosuero (WPC) y glicerol (Gli) con la incorporación de sorbato de potasio (SP), benzoato de sodio (BS) y propionato de sodio (PS) frente al *Escherichia coli* O157:H7. Su incorporación en las PC ácidas obtenidas a pH 5,2 se realizó en cuatro concentraciones: 0,25%, 0,50%, 0,75% y 1,0% p/p. Se demostró que la incorporación de SP y BS redujo o inhibió el crecimiento de *E. coli*, excepto cuando la concentración de SP fue 0,25% (más evidente a medida que la concentración de sales orgánicas aumentaba y más notorio a inóculo bajo del patógeno). No se observó inhibición alguna ante la incorporación de PS. Tanto el SP como el BS a concentraciones iguales o superiores a 0,50% presentan excelentes propiedades para prevenir la contaminación externa, no siendo efectiva la adición de PS a las concentraciones ensayadas. (Pérez, Soazo, David, Rubiolo, & Verdini, 2012)

Helen Catalina Albizú Portillo y Marlon Fernando Ac Pangán. En su proyecto de investigación titulado “Desarrollo de un recubrimiento comestible a base de proteína de suero lácteo para queso Cheddar”. Universidad Zamorano, Honduras – 2011. El propósito de este estudio fue evaluar el efecto del recubrimiento de proteína de suero lácteo en las características físicas, químicas y organolépticas del queso Cheddar. Llevaron a cabo pruebas preliminares para determinar el proceso de elaboración del recubrimiento como temperatura (90 y 100 °C) y porcentaje de proteína (6 y 8%) con repeticiones en tiempo (1, 15 y 30 días). Realizaron análisis de costos, fisicoquímicos, microbiológicos y organolépticos. Según los resultados obtenidos se concluyó que el recubrimiento no tuvo efecto sobre los atributos organolépticos. Los valores de L*, b*, contenido de humedad, fuerza de corte y punción no presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos. La correlación temperatura y proteína tuvieron un efecto significativo en el aumento de brillo (valor L) en el día 15 de almacenamiento. (Albizú & Ac, 2011)

Majid Javanmard. En su artículo titulado “Biodegradable Whey Protein Edible Films as a biomaterials for Food and Drug Packaging”. Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences, Iran - 2009. El objetivo fue estudiar el efecto de la adición de lípidos a la solución filmogénica y el contenido de polietilenglicol (PEG) y glicerol sobre la permeabilidad al vapor de agua (WVP), la opacidad de la película y las propiedades mecánicas de las películas de proteína de suero (WPC)/PEG. Se prepararon películas de WPC dispersando el 10% en agua del grifo y se plastificaron con diferentes niveles de glicerol, PEG o aceite de oliva. El aumento de los niveles de glicerol o PEG en las películas dio como resultado una disminución del módulo y la resistencia a la tracción. El aumento del contenido de glicerol de las películas en proporciones de aceite/proteína de 0,2 y 0,4 condujo a ligeros incrementos en el alargamiento. El aumento adicional de la relación aceite/proteína resultó en una disminución del alargamiento de todas las películas. No se observaron diferencias significativas en WVP y opacidad entre películas hechas de mezclas de diversas proporciones de concentrado de proteína de suero-glicerol con aumento de PEG (adición) en todos los niveles del plastificante. (Javanmard, 2009)

2.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Frescia Massiel Chuta Tintaya y Erika Elizabeth Cornejo Soto. En su proyecto de investigación titulado “Optimización del proceso de secado de films biodegradables a base de lactosuero y goma tara (*Caesalpinia spinosa*)”. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa – 2016. El objetivo fue evaluar el proceso de secado de films biodegradables de proteína de suero lácteo (WPI) y goma de Tara (GT) a 30, 50 y 70 °C. Se formuló a 8% de WPI y 1% de GT a la cual se le añadió el 80% de plastificante en relación con la cantidad de WPI. Se evaluaron tres muestras: 100% WPI, 85% WPI-15% GT y 70% WPI-30% GT. Al someterlo al proceso de secado a la temperatura de 30 y 50 °C, se obtuvieron películas transparentes, brillantes y de fácil desprendimiento, sin embargo, el tiempo requerido es largo (6,5 y 3,5 horas respectivamente). A 70 °C, se han obtenido films menos flexibles y opacos con un ligero aroma tostado en la superficie, sin embargo, el tiempo es inferior (45 minutos). Se propuso dos ciclos de secado, la adición de GT mejoró las propiedades mecánicas de los films, aunque redujo físicamente el brillo en comparación con la muestra que no tenía GT. Se concluyó que el mejor ciclo corresponde a un tiempo total de 55 minutos, en el siguiente orden: 10 min a 70 °C, 35 min a 50 °C y 10 min a 30 °C. (Chuta & Cornejo, 2017)

Gastelo Gastelo Luis Angel y Neciosup Burga Ingrid Shilait. En su trabajo de investigación titulado “Formulación de una película y un recubrimiento comestibles a partir del suero lácteo vacuno en la región Lambayeque”. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque – 2016. El objetivo de este trabajo fue formular una película y un recubrimiento comestible a partir de lactosuero vacuno en la región Lambayeque; se realizaron pruebas preliminares del lactosuero como análisis organolépticos y fisicoquímicos, luego se diseñó el proceso de elaboración y obtención de la película y el recubrimiento comestible. El parámetro oscilante fue el porcentaje de almidón de yuca (8, 10 y 12%) y el porcentaje de sorbitol se trabajó la relación suero:sorbitol (10:1). Se realizaron análisis fisicoquímicos, microbiológicos y organolépticos en las tres formulaciones. Se concluyó que las formulaciones óptimas para la película y el recubrimiento fueron la formulación 3 (12%) y la formulación 1 (8%) respectivamente. (Gastelo & Neciosup, 2016)

2.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.3.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo principal de la presente investigación es evaluar el efecto de un recubrimiento comestible a base de proteínas de suero lácteo aplicado a un queso andino.

2.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el pH óptimo en la acidificación del suero lácteo para la precipitación de las seroproteínas.
- Determinar la cantidad adecuada de proteína y glicerol para la formulación del recubrimiento comestible y en la caracterización de las películas comestibles.
- Determinar el número de capas más óptimo en la aplicación del recubrimiento comestible al queso andino.

2.4. HIPÓTESIS

Dado que el lactosuero es un subproducto poco empleado que posee propiedades funcionales y características nutricionales óptimas, es posible emplearlo como recubrimiento comestible en reemplazo del plástico y evaluar el efecto del recubrimiento comestible a base de suero de leche en la calidad de un queso andino.



CAPITULO III
PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

3. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

3.1. UBICACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL

El presente trabajo se desarrolló en la Planta de Procesamientos Lácteos UmMel E.I.R.L. ubicada en Ayaviri, Melgar, Puno, durante el año 2020. La zona tiene un eje económico en la ganadería lechera y producción ovina, donde el rubro económico es la producción de leche fresca de vaca y procesamiento de lácteos con la obtención de quesos paria, edam y andino, además de producir yogures y mantequilla.

3.2. METODOLOGÍA

3.2.1. Descripción General

Obtención de concentrado de proteína de suero lácteo

a. Recepción

Se recepcionará el suero de leche dulce proveniente de la Planta de Procesamientos Lácteos UmMel E.I.R.L. y se realizarán los controles respectivos.

b. Filtrado

Se filtrará el suero de leche con la finalidad de eliminar los residuos de cuajada u otras partículas extrañas.

c. Neutralización

Se adiciona una solución de Hidróxido de Sodio a 0.4 N hasta alcanzar un pH de 7.0, ya que se recomienda neutralizar el suero antes del tratamiento térmico para obtener mayor rendimiento.

d. Calentamiento

Se desnaturará las proteínas del suero lácteo calentando hasta llegar al punto de ebullición (95 °C) y se mantiene durante 15 minutos.

e. Acidificación

Se adicionará una solución de ácido láctico al 88% hasta alcanzar los pH de 4.0, 4.5 y 5.0, se mantiene el calentamiento 10 minutos más. Con la finalidad de precipitar las proteínas presentes en el suero lácteo.

f. Enfriamiento

Se enfriará inmediatamente hasta temperatura ambiente, para detener la desnaturación de las proteínas.

g. Filtrado

Se separará los sólidos recuperados por filtración utilizando una tela Tocuyo.

h. Secado

Se distribuirá uniformemente en envases de aluminio, se tomará el peso inicial y se colocará en una estufa a 60 °C hasta que los sólidos estén totalmente secos.

i. Enfriamiento

Se enfriará las muestras utilizando un desecador y no a la intemperie, para que estas no absorban humedad del ambiente y no alteren los resultados.

j. Molienda

Se molerán en un mortero para así obtener un polvo más fino.

k. Empacado

Las muestras obtenidas serán pesadas y empacadas en bolsas de polietileno para sus análisis posteriores.

l. Almacenado

El producto se deberá almacenar en un lugar con las condiciones sanitarias necesarias. (Talavera & Tovar, 2018)

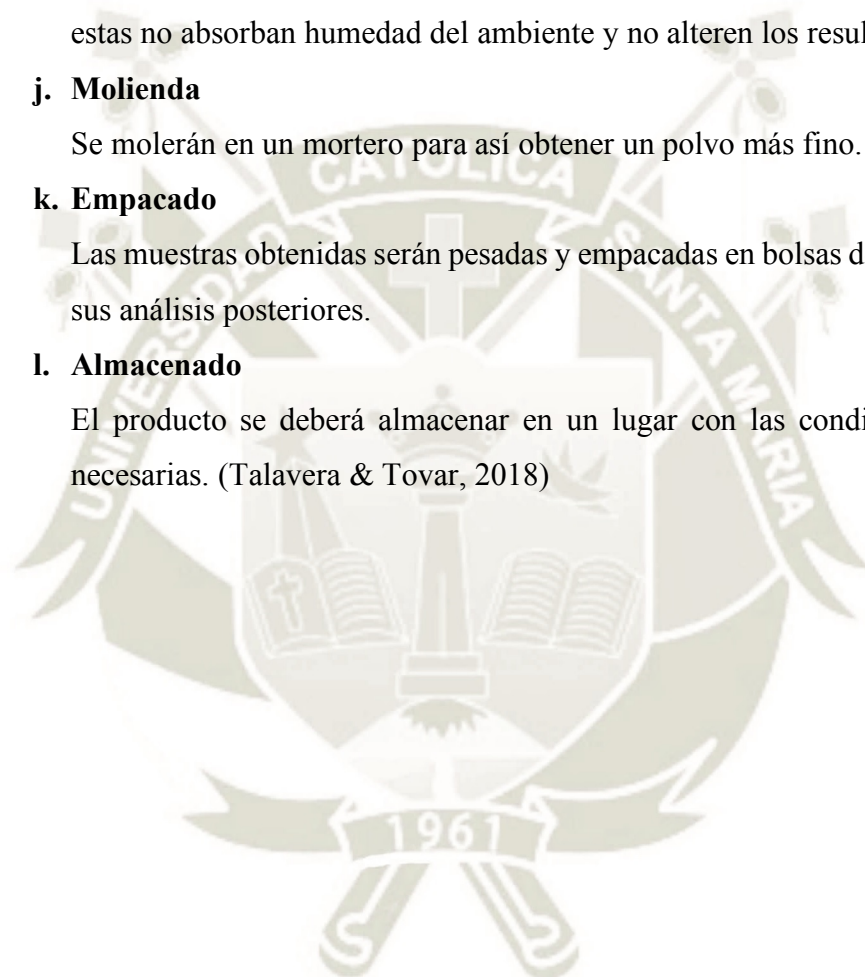


Figura 1. Diagrama de bloques: obtención del concentrado de proteína de suero lácteo



Fuente: elaboración propia, 2020.

Formulación del recubrimiento comestible

a. Recepción

Se recepcionará el concentrado de proteína de suero lácteo y los demás aditivos como son el glicerol, goma xanthan y natamicina.

b. Pesado

Se pesará las proporciones de concentrado de proteína de suero lácteo (8 y 10%), glicerol (2 y 4%), goma xantana (0.25%) y natamicina (0.01%).

c. Mezclado

Se preparará diluciones de concentrado de proteína de suero en agua destilada a 80 °C en agitación constante durante 20 minutos, luego se ajustará el pH a 7.0 con una solución de hidróxido de sodio al 0.1 N; posteriormente se adicionará el glicerol, goma xantana y natamicina agitando constantemente y manteniendo la temperatura; por último, se dejará enfriar hasta temperatura ambiente.

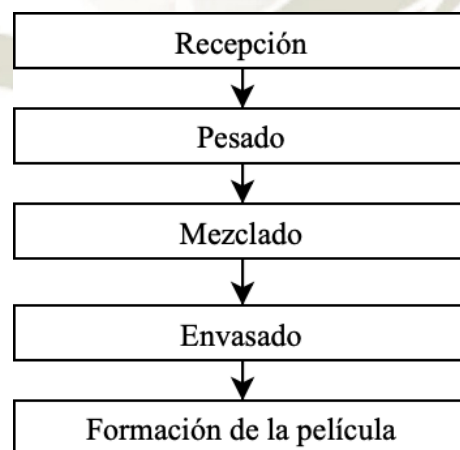
d. Envasado

Las muestras serán envasadas en botellas de vidrio esterilizadas previamente.

e. Formación de la película

Se verterá la solución filmogénica en placas petri, dejando una capa uniforme y se llevará a una estufa a 60 °C durante 15 horas.

Figura 2. Diagrama de bloques: formulación del recubrimiento comestible



Fuente: elaboración propia, 2020.

Aplicación del recubrimiento comestible

a. Recepción

Se recepcionará los moldes de queso andino provenientes de la Planta de Procesamientos Lácteos UmMel E.I.R.L.

b. Pesado

Se pesará y se registrará el dato.

c. Aplicación

Se aplicará el recubrimiento comestible a las muestras de queso andino por el método de barnizado (aplicando 1 capa, 2 capas y 3 capas de recubrimiento).

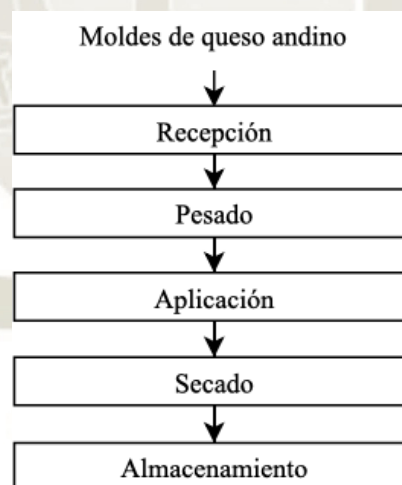
d. Secado

Se dejará secar las muestras a temperatura ambiente entre capa y capa aplicada.

e. Almacenamiento

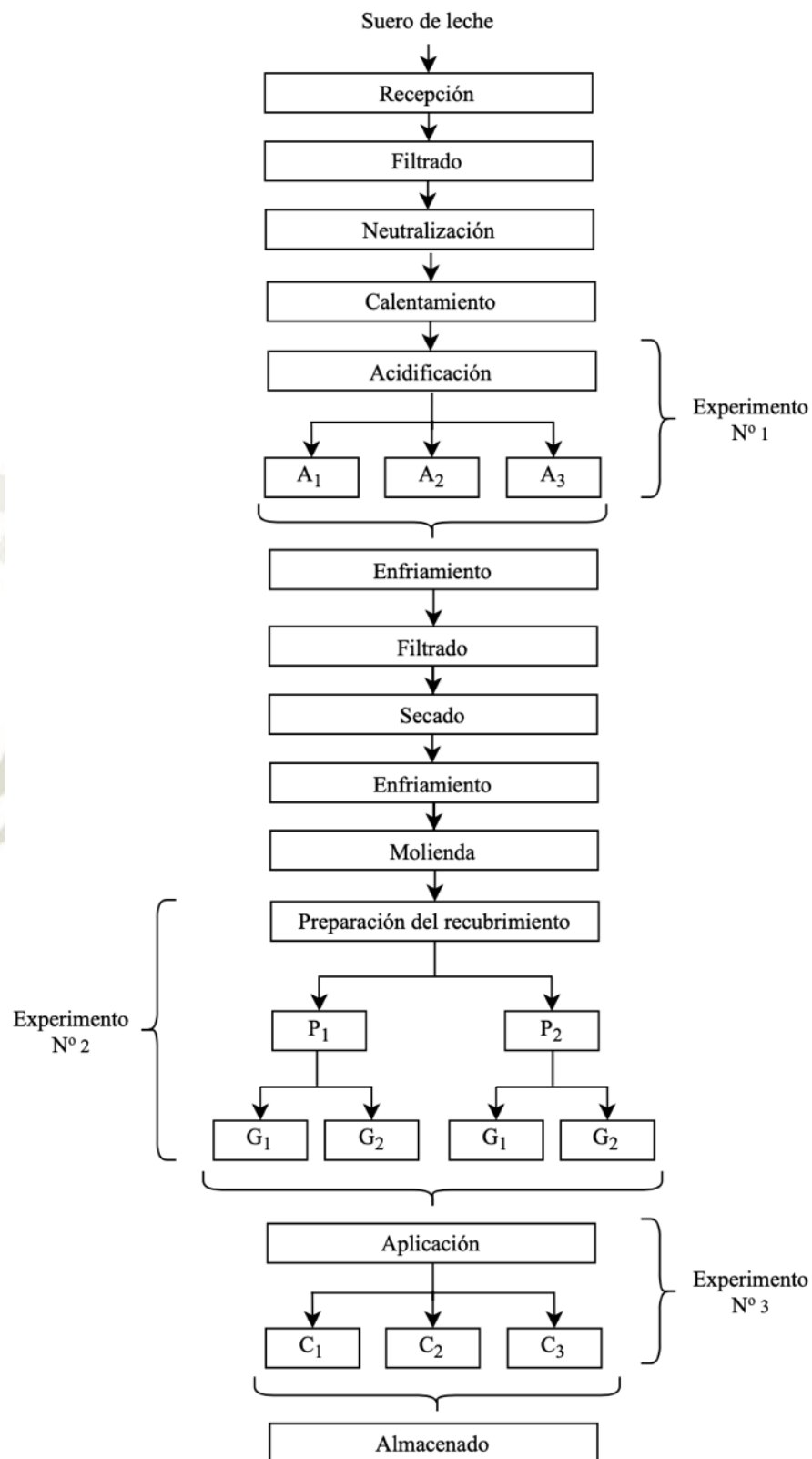
Se almacenará las muestras a una temperatura de 10 °C y una humedad relativa de 86% para su respectiva evaluación.

Figura 3. Diagrama de bloques: Aplicación del recubrimiento comestible



Fuente: elaboración propia, 2020.

Figura 4. Diagrama general experimental



Fuente: elaboración propia, 2020.

Tabla 9. Leyenda del diagrama general experimental

Experimentos	Variable
Recuperación de las seroproteínas (Acidificación)	<u>pH</u> A ₁ = 4.0 A ₂ = 4.5 A ₃ = 5.0
Formulación del recubrimiento comestible	<u>% PROTEÍNA DE SUERO</u> P ₁ = 8% P ₂ = 10% <u>% GLICEROL</u> G ₁ = 2% G ₂ = 4%
Aplicación del recubrimiento comestible	<u>NÚMERO DE CAPAS</u> C ₁ = 1 capa. C ₂ = 2 capas. C ₃ = 3 capas.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

3.2.2. Diseños Experimentales

Identificación de la materia prima

En el presente experimento se realizó la caracterización del suero lácteo.

a. Análisis químico - proximal del suero lácteo

Se realizó en el laboratorio de Análisis Químicos & Servicios LAQ&S.

- Humedad (%) – Método Gravimétrico por secado en estufa.
- Carbohidratos (%) - Por cálculo de diferencia.
- Ceniza (%) - Método Gravimétrico por calcinado en mufla.
- Proteína (%) – Método Kjeldahl.
- Grasa (%) - Método Gravimétrico de extracción con Éter de Petróleo.
- Contenido Calórico (kcal) – Por cálculo.

b. Análisis fisicoquímico del suero lácteo

Se realizó en el laboratorio de Análisis Químicos & Servicios LAQ&S.

- Densidad a 15 °C – Método Gravimétrico.
- pH – Método electrométrico.
- %Acidez (Ácido láctico) - Titulometría.

c. Análisis microbiológico del suero lácteo

Se realizó en el laboratorio Procein Perú S.A.C.

- Numeración de microorganismos aerobios mesófilos viables (UFC/g)
– Método ICMSF 1983 Método 1 pág. 120 - 124.
- Numeración de coliformes totales (NMP/g) - Método ICMSF 1982
Método 1 pág. 132 - 134.

d. Análisis organoléptico del suero lácteo

Se realizó en el laboratorio de Análisis Químicos & Servicios LAQ&S.

- Textura – Método descriptivo.
- Color – Método descriptivo.
- Olor – Método descriptivo.
- Sabor – Método descriptivo.

A. Experimento 1: Recuperación de las seroproteínas

a) Objetivo

- Determinar el pH óptimo en la acidificación del suero lácteo para la precipitación de las seroproteínas.

b) Variables

pH

$A_1 = 4.0$

$A_2 = 4.5$

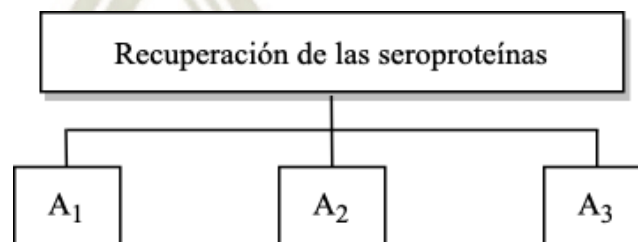
$A_3 = 5.0$

c) Resultados

- Rendimiento del concentrado de proteínas de suero lácteo - Método de Talavera y Tovar (2018).
- Cantidad de proteína en el concentrado de proteína de suero lácteo – NTP 202.119. Leche y Productos Lácteos. Determinación de nitrógeno Total en Leche. Método Kjeldalh.
- Cantidad de proteína recuperada en el concentrado de proteína de suero lácteo – Método de Cuatin y López (2015).

d) Diseño Experimental

Figura 5. Diseño experimental – Recuperación de las seroproteínas



Fuente: elaboración propia, 2020.

e) **Diseño Estadístico**

Se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones, para los que presentaron una diferencia significativa se desarrolló una prueba de comparación.

f) **Materiales y Equipos**

Tabla 10. Materiales y Equipos para la recuperación de las seroproteínas

MATERIAS PRIMAS – INSUMOS Y MATERIALES	MARCA/ MODELO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
Suero lácteo dulce	Procedencia: Planta de Procesamientos Lácteos UmMel E.I.R.L.	-
Ácido láctico	Procedencia: Delta Química S.R.L.	Ácido Láctico USP 90%
Hidróxido de Sodio 0.4 N	MACRON Fine Chemicals	-
Tela Tocuyo	-	-
Pipeta	-	Material: vidrio Volumen: 20 ml
Colador	-	Material: plástico
Balanza analítica	Marca: EXCELL Modelo: BH-150	Capacidad: 150 g Sensibilidad: 0.005 g
Probeta	Marca: NORMAX	Material: vidrio Volumen: 1000 ml
Cocina	Marca: Premier	Eléctrica
Termómetro de mercurio	-	Máxima 100 °C
Potenciómetro	Marca: HANNA	Medidor portátil de pH/mV
Estufa	Marca: Memmert	Temperatura: 20 °C – 200 °C
Bandejas	-	Material: aluminio
Mortero	-	Material: porcelana

Fuente: elaboración propia, 2020.

B. Experimento 2: Formulación del recubrimiento comestible

a) Objetivo

- Determinar la cantidad adecuada de proteína y glicerol para la formulación del recubrimiento comestible y en la caracterización de las películas comestibles.

b) Variables

% proteínas

$$P_1 = 8 \%$$

$$P_2 = 10 \%$$

% glicerol

$$G_1 = 2 \%$$

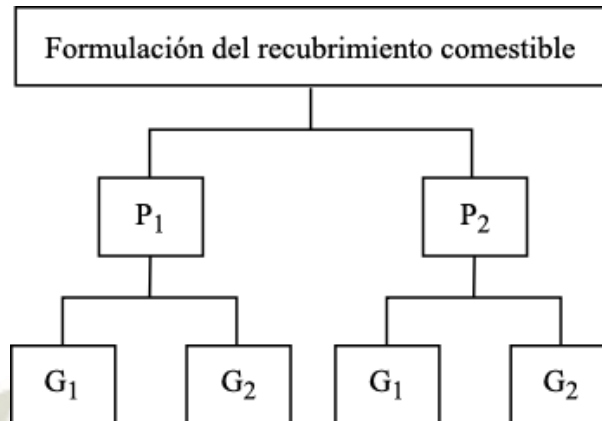
$$G_2 = 4 \%$$

c) Resultados

- Grosor de la película comestible - Método de Javanmard (2009) ANEXO 2.
- Índice de hinchamiento de la película comestible – Método de Valderrama *et al.* (2016) ANEXO 2.
- Permeabilidad del vapor de agua de la película comestible – Norma ASTM E96M/E96-05 ANEXO 2.
- Solubilidad en agua de la película comestible – Método de Anchundia *et al.* (2016) ANEXO 2.
- Medida de opacidad de la película comestible – Método de Galus y Kadzińska (2016) ANEXO 2.

d) Diseño Experimental

Figura 6. Diseño experimental – Formulación de la película comestible



Fuente: elaboración propia, 2020.

e) Diseño Estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2 x 2 con seis repeticiones para grosor e índice de hinchamiento, tres repeticiones para permeabilidad al vapor de agua, y cinco repeticiones para solubilidad en agua y medida de opacidad; para los que presentaron una diferencia significativa se desarrolló una prueba de comparación.

f) Materiales y Equipos

Tabla 11. Materiales y Equipos para la formulación de la película comestible

MATERIAS PRIMAS – INSUMOS Y MATERIALES	MARCA/ MODELO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
Concentrado de proteína de suero lácteo	-	-
Agua destilada	Procedencia: Delta Química S.R.L.	pH: 6.5 – 7.5 Dureza: 0.0 – 5 ppm
Glicerol	Procedencia: Delta Química S.R.L.	Glicerina USP 99.5%
Goma xantana	Procedencia: Linros Interinsumos S.R.L.	Goma Xanthan grado alimenticio
Natamicina	Procedencia: Linros Interinsumos S.R.L.	Mín 50 %
Hidróxido de sodio al 0.1N	Marca: MACRON Fine Chemicals	-

Cloruro de sodio	Marca: EMSAL	-
Sílica gel activada	-	-
Balanza analítica	Marca: ALEXANDER MOBBA	Capacidad: 250 g Sensibilidad: 0.0001 g
Estufa	Marca: Memmert	Temperatura: 20 °C – 200 °C
Homogeneizador de inmersión	Marca: Thomas Modelo: TH-8715i	Multimixer de 13 velocidades
Micrómetro manual	Marca: Mitutoyo Modelo: 102-304	Precisión: ± 2 µm
Taper con cerrado hermético	-	Material: plástico
Placas petri	Marca: pyrex	Material: vidrio Diámetro: 9.5 cm
Tubos de ensayo	Marca: pyrex	Material: vidrio
Rejilla para tubos de ensayo	-	Material: metal
Probeta	Marca: NORMAX	Material: vidrio Volumen: 100 ml
Termómetro de mercurio	-	Máxima 100 °C
Bagueta	-	Material: vidrio
Banditas de hule	-	-
Cinta Scotch	-	-
Vasos de precipitado	Marca: pyrex	Material: vidrio Volumen: 50 y 250 ml
Papel aluminio	-	-
Tijera	-	-
Regla	-	10 cm
Vasos de plástico	-	-

Fuente: elaboración propia, 2020.

C. Experimento 3: Aplicación del recubrimiento comestible

a) Objetivo

- Determinar el número de capas más óptimo en la aplicación del recubrimiento comestible al queso andino.

b) Variables

Número de capas de aplicación

C_0 = sin recubrimiento.

C_1 = 1 capa.

C_2 = 2 capas.

C_3 = 3 capas.

c) Resultados

- Pérdida de peso de las muestras de queso andino madurado – Método de Pinto (2019) ANEXO 2.
- Contenido de ácidos grasos libres de las muestras de queso andino madurado - Norma Mexicana NMX-F-101-SCFI-2012 ANEXO 2.
- Actividad de agua de las muestras de queso andino madurado - Método de interpolación gráfica desarrollado por Landrock y Proctor (1951) ANEXO 2.
- Curvas isotérmicas de desorción de las muestras de queso andino madurado – Método estático desarrollado por Talens (2017) ANEXO 2.
- Adherencia del recubrimiento comestible al queso andino - Método descriptivo.
- Apariencia de las muestras de queso andino madurado Método descriptivo.
- Sabor de las muestras de queso andino madurado - Método descriptivo.
- Color de las muestras de queso andino madurado - Método descriptivo.
- Olor de las muestras de queso andino madurado - Método descriptivo.

Tabla 12. Características para evaluar la adherencia del recubrimiento al queso andino

CRITERIO	PUNTUACIÓN
Me gusta mucho	7
Me gusta moderadamente	6
Me gusta poco	5
No me gusta ni me disgusta	4
Me disgusta poco	3
Me disgusta moderadamente	2
Me disgusta mucho	1

Fuente: Cruz Quevedo, (2019)

Tabla 13. Características para evaluar la apariencia de las muestras de queso andino

CRITERIO	PUNTUACIÓN
Me gusta mucho	7
Me gusta moderadamente	6
Me gusta poco	5
No me gusta ni me disgusta	4
Me disgusta poco	3
Me disgusta moderadamente	2
Me disgusta mucho	1

Fuente: Cruz Quevedo, (2019)

Tabla 14. Características para evaluar el sabor de las muestras de queso andino

CRITERIO	PUNTUACIÓN
Me gusta mucho	7
Me gusta moderadamente	6
Me gusta poco	5
No me gusta ni me disgusta	4
Me disgusta poco	3
Me disgusta moderadamente	2
Me disgusta mucho	1

Fuente: Cruz Quevedo, (2019)

Tabla 15. Características para evaluar el color de las muestras de queso andino

CRITERIO	PUNTUACIÓN
Me gusta mucho	7
Me gusta moderadamente	6
Me gusta poco	5
No me gusta ni me disgusta	4
Me disgusta poco	3
Me disgusta moderadamente	2
Me disgusta mucho	1

Fuente: Cruz Quevedo, (2019)

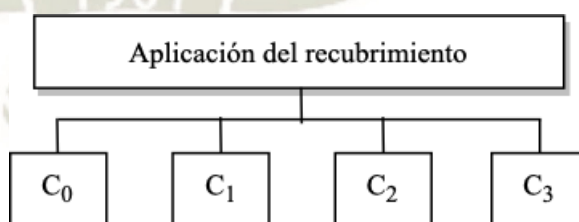
Tabla 16. Características para evaluar el olor de las muestras de queso andino

CRITERIO	PUNTUACIÓN
Me gusta mucho	7
Me gusta moderadamente	6
Me gusta poco	5
No me gusta ni me disgusta	4
Me disgusta poco	3
Me disgusta moderadamente	2
Me disgusta mucho	1

Fuente: Cruz Quevedo, (2019)

d) Diseño Experimental

Figura 7. Diseño experimental – Aplicación del recubrimiento comestible en queso andino



Fuente: elaboración propia, 2020.

e) Diseño Estadístico

Para la pérdida de peso se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, para los que presentaron una diferencia significativa se desarrolló una prueba de comparación. Para el contenido de ácidos grasos libres se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones, para los que presentaron una diferencia significativa se desarrolló una prueba de comparación.

Mientras que para la evaluación de adherencia, apariencia, sabor, color y olor se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, evaluado por 9 panelistas semientrenados, para los que presentaron una diferencia significativa se desarrolló una prueba de comparación.



f) Materiales y Equipos

Tabla 17. Materiales y Equipos para la aplicación del recubrimiento comestible en queso andino

MATERIAS PRIMAS – INSUMOS Y MATERIALES	MARCA/ MODELO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
Queso andino madurado	-	-
Recubrimiento comestible	-	Envase: vidrio
Hidróxido de Potasio 0.1 N	Marca: MACRON Fine Chemicals	-
Alcohol etílico	Marca: QUIMILAB VALLE	96 grados
Fenolftaleína	-	Solución alcohólica de fenolftaleína
Bureta	Marca:NORMAX	Material: vidrio Volumen: 25 ml
Soporte para bureta	-	Material: metal
Matraz de Erlenmeyer	Marca:NORMAX	Material: vidrio
Probeta	Marca:NORMAX	Material: vidrio Volumen: 250 ml
Estufa	Marca: Memmert	Temperatura: 20 °C – 200 °C
Balanza analítica	Marca: ALEXANDER MOBBA	Capacidad: 250 g Sensibilidad: 0.0001 g
Micrómetro manual	Marca: Mitutoyo Modelo: 102-304	Precisión: $\pm 2 \mu\text{m}$
Olla pequeña	-	Material: acero inoxidable
Cartillas de evaluación sensorial	-	-
Termohigrómetro	Marca: R & B	Rango T°: 50 – 70 °C Rango de %HR: 10 – 99 %HR
Brocha para barnizado	-	Material: silicona
Envases	-	Material: tecnopor

Fuente: elaboración propia, 2020.

Análisis de producto final

En el presente experimento se realizó el análisis químico – proximal, fisicoquímico y organoléptico del recubrimiento comestible, como también el análisis microbiológico del recubrimiento y del queso andino recubierto.

a. Análisis físicoquímico del recubrimiento

Se realizó en el laboratorio de Análisis Químicos & Servicios LAQ&S.

- pH – Método electrométrico.
- %Acidez (Ácido láctico) - Titulometría.
- Densidad a 15 °C – Método Gravimétrico.

b. Análisis organoléptico del recubrimiento

Se realizó en el laboratorio de Análisis Químicos & Servicios LAQ&S.

- Textura – Método descriptivo.
- Color – Método descriptivo.
- Olor – Método descriptivo.
- Sabor – Método descriptivo.

c. Análisis microbiológico del recubrimiento y queso con recubrimiento

Se realizó en el laboratorio Procein Perú S.A.C.

- Recuento de mohos (UFC/g) – Método ICMSF Vol I 2da Ed. Parte II Método 1 pág. 166 - 167.



CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIONES

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Suero lácteo dulce proveniente de la Planta de Procesamientos Lácteos UmMel E.I.R.L. subproducto de la producción de queso fresco, obtenido de fabricaciones de coagulación enzimática mediante el uso de cuajo.

a. Análisis químico - proximal del suero lácteo

Tabla 18. Análisis químico – proximal del suero lácteo

Análisis	Resultados
Humedad	93.38 %
Carbohidratos	4.59 %
Proteína	1.15 %
Cenizas	0.52%
Grasa	0.36 %
Contenido calórico (Kcal)	26.2 kcal

Fuente: elaboración propia, 2020.

b. Análisis fisicoquímico del suero lácteo

Tabla 19. Análisis fisicoquímico del suero lácteo

Análisis	Resultados
Densidad a 15 °C	1.027 g/cc
pH	6.49 pH
% Acidez (Ácido láctico)	0.16 %

Fuente: elaboración propia, 2020.

c. Análisis microbiológico del suero lácteo

Tabla 20. Análisis microbiológico del suero lácteo

Análisis	Resultados
Recuento de Aerobios Mesófilos Viables (UFC/g)	47 x 10 ⁷
Numeración de Coliformes Totales (NMP/g)	11 x 10 ³

Fuente: elaboración propia, 2020.

d. Análisis organoléptico del suero lácteo**Tabla 21. Análisis organoléptico del suero lácteo**

Análisis	Resultados
Aspecto	Turbio
Textura	Líquido
Color	Amarillo verdoso
Olor	Característico
Sabor	Ligeramente dulce

Fuente: elaboración propia, 2020.

Discusión de resultados

En la tabla 18, se presentan los resultados del análisis químico – proximal realizados al lactosuero; el contenido de proteína fue de 1.15%, el valor presentado es superior a los indicados por Cuatin y López (2015) de 0.87% y Vázquez, Villegas y Mosqueda (2010) e Inda (2000) de 0.85%. El contenido de grasas fue 0.36%, que coincide al valor reportado por Inda (2000) de 0.36%, pero inferior a los indicados por Vázquez *et al.*, (2010) de 0.50% y Peralta (2018) de 0.53%. Siendo estos valores aceptables según la NMX-F-721-COFOCALEC-2012 que señala que los valores mínimos de proteína y grasa son 0.72% y 0.1% respectivamente. Así como también Finten, Pérez y Micheo (2015) señalaron que el %grasa en el lactosuero debe ser bajo (< 0.8%) de lo contrario causaría aromas y sabores desagradables durante el almacenamiento. El contenido de carbohidratos fue de 4.59%, inferior a los valores publicados por Instituto de nutrición de Centroamérica y Panamá INCAP (2007) de 5.14% y Gastelo y Neciosup (2016) de 8.63%; el contenido de cenizas fue de 0.52%, similar a lo reportado por Instituto de nutrición de Centroamérica y Panamá INCAP (2007) de 0.53% y superior al valor de 0.11% determinado por Gastelo y Neciosup (2016). El contenido de humedad fue de 93.38% que coincide al publicado por Instituto de nutrición de Centroamérica y Panamá INCAP (2007) de 93.12% y superior al valor indicado por Gastelo y Neciosup (2016) de 90.00%; el contenido calórico (kcal) fue de 26.2 kcal, inferior al valor presentado por Instituto de nutrición de Centroamérica y Panamá INCAP (2007) de 93.12 kcal.

En la tabla 19, se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicos, la densidad muestra un valor de 1.027 g/cc, siendo similar a los valores reportados por Vázquez *et al.*, (2010) de 1.023 g/ml y Cuatin y López (2015) de 1.025 g/ml.

En cuanto al pH y la acidez se obtuvo 6.49 de pH y 0.16% de ácido láctico, lo cual manifestó que pertenece a un lactosuero tipo dulce, ya que se encuentra entre 0.1% y 0.2% de ácido láctico, con un pH de 5.8 a 6.6, debido a que se obtuvo de la producción de queso tipo cuajada y no requiere la adición de ácido para la coagulación de la proteína (Cuatin & López, 2015). Además, según Inda (2000) la acidez titulable del lactosuero debe ser menor de 0.16%; también recomienda aumentar el pH a un valor no menor de 6.6, ya que a medida que el lactosuero sea más ácido (que tenga un pH mas bajo) mayor será la actividad residual del cuajo después del tratamiento térmico de pasteurización, así como también conducirá a una precipitación prematura y a menores rendimientos.

Con respecto a los requisitos microbiológicos, según Finten *et al.* (2015), el suero debe provenir de leches pasteurizadas o debe pasteurizar antes de su utilización; lo cual se cumple, debido a que el suero proviene de leche pasteurizada y en la obtención del concentrado de proteína de suero se utilizaron temperaturas elevadas (85-90 °C) durante un tiempo determinado, de esta manera se eliminó parte de la microflora de la materia prima. Sin embargo, como indica Finten *et al.* (2015), se considera que para obtener un producto de calidad se debe partir de una materia prima de calidad higiénica, composicional y sanitaria.

En la tabla 21, se presentan los resultados del análisis organoléptico, donde se señala que el color del lactosuero dulce es amarillo verdoso, esta apreciación concuerda con (Muset, Castells y Juliano, 2017).

La composición del lactosuero varía en función del proceso tecnológico empleado para la elaboración del queso y la leche de partida (Monsalve & González, 2005), y esta última varía en función de la raza bovina (Vázquez *et al.*, 2010), la heterogeneidad de los pastos que consumen como alimento, las enfermedades, el clima estacional (Vázquez *et al.*, 2010) y factores climáticos que pudiesen estar asociados a la actividad antropogénica (Arias, Mader, & Escobar, 2008).

4.2. EVALUACIÓN DE LOS EXPERIMENTOS

A. Experimento 1: recuperación de las seroproteínas

El suero lácteo fue previamente neutralizado con una solución de NaOH al 0.4 N, posteriormente se desnaturalizó las proteínas del suero calentando hasta llegar a su punto de ebullición (95 °C) y se mantuvo durante 15 minutos, luego se acidificó con una solución de ácido láctico al 88% hasta alcanzar los pH de 4.0, 4.5 y 5.0, se mantuvo el calentamiento durante 10 minutos más, se enfrió rápidamente hasta temperatura ambiente, se filtró el precipitado con una tela Tocuyo, se dejó secar en una estufa a 60 °C hasta que los sólidos estén totalmente secos y por último, se molió con un mortero. Las especificaciones técnicas de los materiales y equipos empleados se encuentran en el capítulo III Planteamiento Operacional.

a) Resultados

- Rendimiento del concentrado de proteína de suero

Tabla 22. Datos de pesos obtenidos para la determinación del rendimiento (g)

REP.	pH					
	A ₁		A ₂		A ₃	
	P ₁	P ₂	P ₁	P ₂	P ₁	P ₂
1	5135	53.235	5135	66.755	5135	27.925
2	4621.5	55.460	5135	57.300	5135	57.450
3	3081	35.695	4621.5	52.725	5135	66.165

Fuente: elaboración propia, 2020.

P₁: peso inicial del suero (g).

P₂: peso final del concentrado de suero (g).

Tabla 23. Rendimiento del concentrado de proteína de suero (%)

INDICADOR	REP.	pH		
		A ₁	A ₂	A ₃
Rendimiento (%)	1	1.037	1.300	0.544
	2	1.200	1.116	1.119
	3	1.159	1.141	1.289
	\bar{x}	1.132	1.186	0.984

Fuente: elaboración propia, 2020.

Tabla 24. Análisis de varianza para evaluar el rendimiento del concentrado de proteína de suero

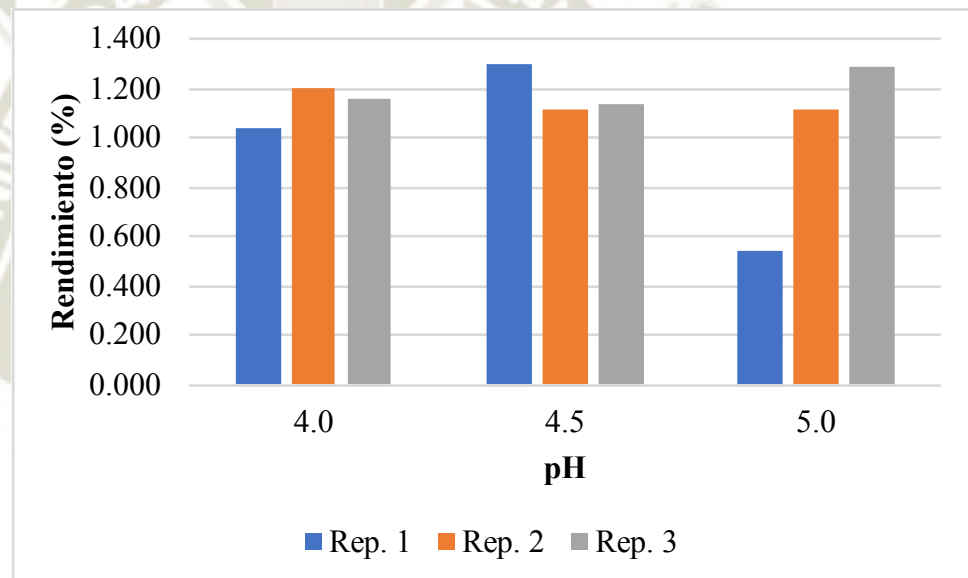
FV	GL	SC	CM	FC	FT 1%
Tratamiento	2	0.0656	0.0328	0.5802	10.92
Error exp.	6	0.3390	0.0565		
Total	8	0.4046			

Fuente: elaboración propia, 2020.

Conclusión:

Se puede observar en la tabla 24, que no existe diferencia altamente significativa en el rendimiento de los concentrados de proteína de suero.

Figura 8. Rendimiento del concentrado de proteína de suero (%)



Fuente: elaboración propia, 2020.

Interpretación de la figura:

En la figura 8, se puede observar que el pH no influye en el rendimiento del concentrado de proteína de suero, el tratamiento que mostró ligeramente un mayor rendimiento fue a pH 4.5.

- Cantidad de proteína en el concentrado de proteína de suero

Tabla 25. Proteína en el concentrado de proteína de suero (%)

INDICADOR	REP.	pH		
		A ₁	A ₂	A ₃
Proteína (%)	1	49.31	48.41	45.33
	2	37.06	51.45	47.44
	3	50.17	54.27	48.71
	\bar{x}	45.51	51.38	47.16

Fuente: Laboratorio de Análisis Químicos & Servicios E.I.R.L. Laq & S, 2020.

Tabla 26. Análisis de varianza para evaluar la proteína en el concentrado de proteína de suero

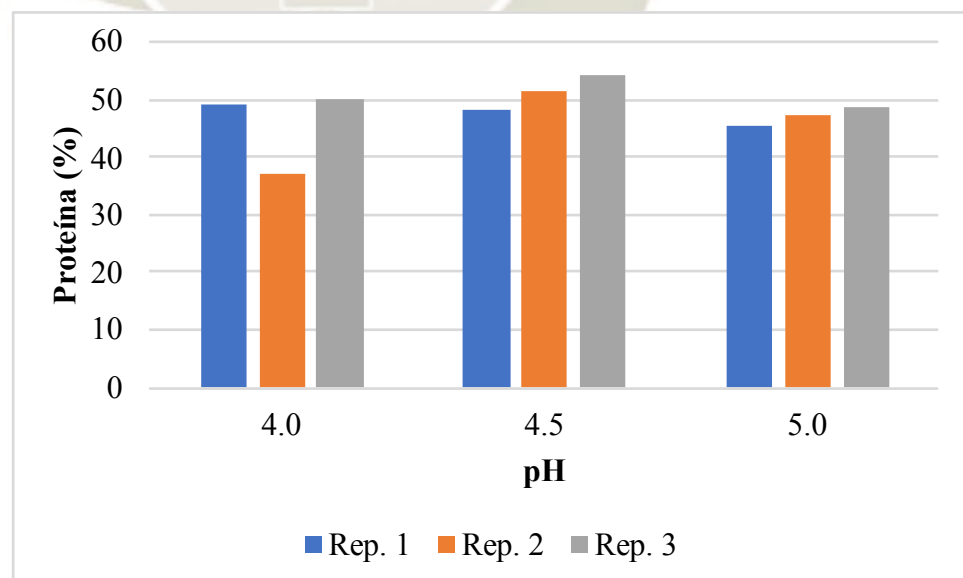
FV	GL	SC	CM	FC	FT 1%
Tratamiento	2	54.8705	27.4352	1.2608	10.92
Error exp.	6	130.5657	21.7610		
Total	8	185.4362			

Fuente: elaboración propia, 2020.

Conclusión:

Se puede observar en la tabla 26, que no existe diferencia altamente significativa en la cantidad de proteína en los concentrados de proteína de suero.

Figura 9. Proteína en el concentrado de proteína de suero (%)



Fuente: elaboración propia, 2020.

Interpretación de la figura:

En la figura 9, se puede observar que el pH no influye en la proteína obtenida del concentrado de proteína de suero, el tratamiento que mostró ligeramente una mayor cantidad de proteína fue a pH 4.5.

- **Cantidad de proteína recuperada en el concentrado de proteína de suero**

Tabla 27. Datos obtenidos para la determinación de recuperación de proteína (g/L)

REP.	pH					
	A ₁		A ₂		A ₃	
	P ₁	P ₂	P ₁	P ₂	P ₁	P ₂
1	10.647	5.250	13.351	6.463	5.585	2.532
2	12.324	4.567	11.460	5.896	11.490	5.451
3	11.898	5.969	11.717	6.539	13.233	6.446

Fuente: elaboración propia, 2020.

P₁: peso del concentrado de proteína de suero (g/L).

P₂: peso de la proteína recuperada (g/L).

Tabla 28. Recuperación de proteína (%)

INDICADOR	REP.	pH		
		A ₁	A ₂	A ₃
Recuperación de proteína (%)	1	45.65	56.20	22.01
	2	39.72	51.27	47.40
	3	51.91	55.29	56.05
	\bar{x}	45.76	54.26	41.82

Fuente: elaboración propia, 2020.

Tabla 29. Análisis de varianza para evaluar la recuperación de proteína en el concentrado de proteína de suero

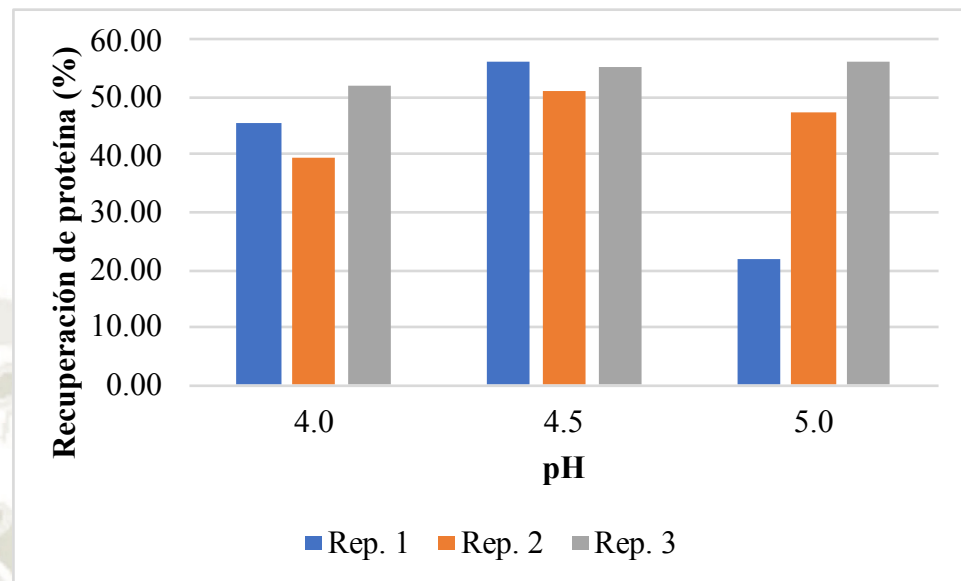
FV	GL	SC	CM	FC	FT 1%
Tratamiento	2	242.2917	121.1458	1.0181	10.92
Error exp.	6	713.9766	118.9961		
Total	8	956.2683			

Fuente: elaboración propia, 2020.

Conclusión:

Se puede observar en la tabla 29, que no existe diferencia altamente significativa en la cantidad de proteína recuperada en los concentrados de proteína de suero.

Figura 10. Recuperación de proteína en el concentrado de proteína de suero (%)



Fuente: elaboración propia, 2020.

Interpretación de la figura:

En la figura 10, se puede observar que el pH no influye en la recuperación de proteína, el tratamiento que mostró ligeramente una mayor cantidad de proteína fue a pH 4.5.

b) Discusión de resultados

Este experimento tuvo como objetivo determinar el pH óptimo en la acidificación del suero lácteo para la precipitación de las seroproteínas.

Rendimiento (%): Se observa en los resultados que no hubo diferencias altamente significativas entre los tratamientos. El tratamiento que obtuvo ligeramente un mayor porcentaje de rendimiento de 1.186% fue a pH 4.5, este resultado es superior a los reportados por Cuatin y López (2015) que obtuvieron 1.104% de rendimiento a pH 4.6, y por Vázquez *et al.*, (2010) de 0.982% a pH 5.0 este último coincide al reportado en el presente trabajo de 0.984% de rendimiento a pH 5.0.

Posiblemente esto se deba a que la acidificación redujo el pH drásticamente hasta alcanzar los valores de 4.0, 4.5 y 5.0; valores cercanos al punto isoeléctrico de las proteínas presentes en el suero: β -lactoglobulina con un punto isoeléctrico de 5.2 y α -lactoalbúmina con un punto isoeléctrico de 4.5.

Estas proteínas se desnaturalizan a valores altos de temperatura y con valores bajos de pH precipitan, toda la cantidad de sólidos recuperados del suero no corresponden a proteína, también se evidencia la presencia de material graso y posiblemente lactosa. (Cuatin & López, 2015)

Proteína (%): Al evaluar el porcentaje de proteína, se observa que existe ligeramente una mayor cantidad a pH 4.5 con un valor de 51.38%, siendo éste superior a los valores registrados por Cuatin y López de 37.62% a un pH de 4.6, y al de Cujano que fue de 50.54%. Esto puede deberse al ácido empleado, ya que los autores anteriormente mencionados, utilizaron ácido cítrico para la precipitación de las proteínas lactoséricas, mientras que en el presente trabajo se utilizó ácido láctico. (Cuatin & López, 2015; Cujano, 2016)

Recuperación de proteína (%): Se obtuvo un mayor porcentaje de recuperación de proteína a pH 4.5 con un valor de 54.26%, superior al obtenido por Cuatin y López (2015) que fue de 48.87%, teniendo en cuenta que según Hill *et al.* los procesos comerciales deberían recuperar por lo menos el 50% de la proteína “cruda” y que la recuperación teórica máxima de proteína “cruda” a partir de suero lácteo (Hill, et al, 1982), o es de 55% a 65% porque la fracción proteosa-peptona, que es estable al calor, y los compuestos nitrogenados no proteicos representan entre el 35 y el 45% del nitrógeno en un lactosuero típico, el resultado obtenido supera la recuperación mínima de proteína en procesos comerciales por lo que se considera aceptable. (Inda, 2000)

c) Conclusión

Se concluye después de analizar los resultados obtenidos, que el concentrado de proteína de suero que se utilizará para la formulación del recubrimiento corresponde a pH 4.5 debido a que tiene mayor rendimiento (1.186%), mayor porcentaje de proteína (51.38%) y mayor cantidad de proteína recuperada (54.26%).

B. Experimento 2: formulación del recubrimiento comestible

Se preparó diluciones de concentrado de proteína de suero (8 y 10%) en agua destilada a 80 °C en agitación constante durante 20 minutos, luego se ajustó el pH a 7.0 con hidróxido de sodio 0.1 N; posteriormente se adicionó glicerol (2 y 4%), goma xantana (0.25%) y natamicina (0.01%) agitando constantemente y manteniendo la temperatura, se dejó enfriar hasta temperatura ambiente; y por último, se vertió la solución filmógena en placas petri y se secó en una estufa a 60 °C durante 15 horas, se retiró cuidadosamente la película comestible de las placas petri para realizar los análisis respectivos. Las especificaciones técnicas de los materiales y equipos empleados se encuentran en el capítulo III Planteamiento Operacional.

a) Resultados

- Grosor de la película comestible

Tabla 30. Grosor de la película comestible (mm)

INDICADOR	REP.	P ₁		P ₂	
		G ₁	G ₂	G ₁	G ₂
Grosor (mm)	1	0.230	0.127	0.130	0.120
	2	0.190	0.120	0.130	0.125
	3	0.175	0.131	0.150	0.110
	4	0.150	0.140	0.129	0.118
	5	0.135	0.100	0.135	0.140
	6	0.135	0.155	0.165	0.140
	\bar{x}	0.169	0.129	0.140	0.126

Fuente: elaboración propia, 2020.

Tabla 31. Análisis de varianza para el grosor de la película comestible

FV	GL	SC	CM	FC	FT 1%
Factor A	1	0.0016	0.0016	3.0735	8.10
Factor B	1	0.0045	0.0045	8.6073	8.10
A x B	1	0.0010	0.0010	1.9470	8.10
Error exp.	20	0.0104	0.0005		
Total	23	0.0175			

Fuente: elaboración propia, 2020.

Conclusión:

Se puede observar en la tabla 31, que existe diferencia altamente significativa en el grosor de las películas comestibles en el Factor B (%glicerol). Por lo que se realiza una prueba de comparación de medias de Tukey.

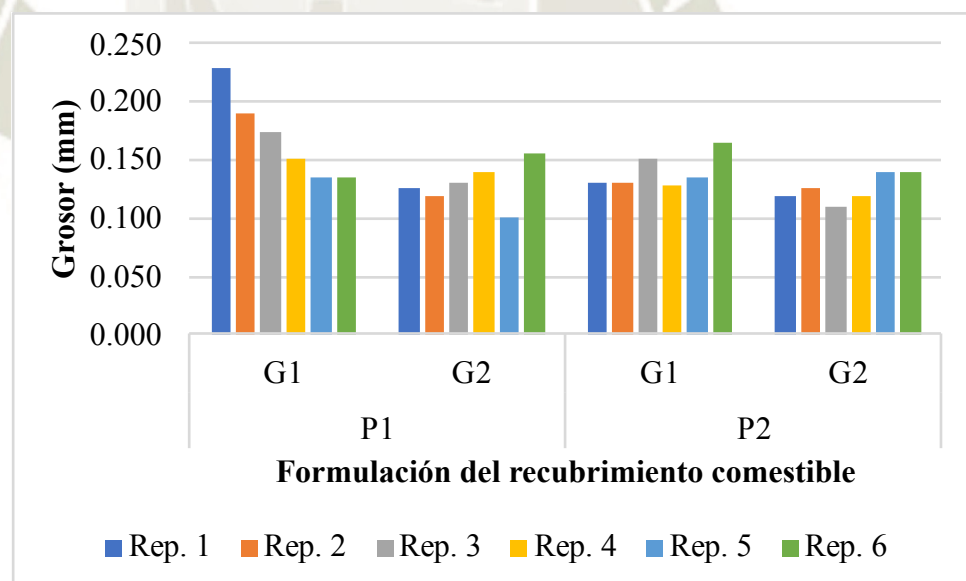
Tukey en función al %glicerol



Conclusión:

Se puede observar en los resultados hallados en las pruebas de Tukey, que existe diferencia altamente significativa con un 99% de confianza, es decir, que los tratamientos son diferentes. (Talavera & Tovar, 2018)

Figura 11. Grosor de la película comestible (mm)



Fuente: elaboración propia, 2020.

Interpretación de la figura:

En la figura 11, se puede observar que el % glicerol influye en el grosor de la película comestible, los tratamientos que mostraron menor grosor fueron a 10% de proteína con 4% de glicerol y 8% de proteína con 4% de glicerol.

- Índice de hinchamiento de la película comestible

Tabla 32. Índice de hinchamiento de la película comestible (%)

INDICADOR	REP.	P ₁		P ₂	
		G ₁	G ₂	G ₁	G ₂
Índice de hinchamiento (%)	1	23.81	6.65	26.11	25.77
	2	31.25	7.19	18.27	40.59
	3	24.09	11.58	18.75	21.37
	4	18.20	7.67	28.16	12.68
	5	34.39	3.88	31.17	9.00
	6	23.40	6.03	33.22	21.05
	\bar{x}	25.86	7.17	25.95	21.74

Fuente: elaboración propia, 2020.

Tabla 33. Análisis de varianza para el índice de hinchamiento de la película comestible

FV	GL	SC	CM	FC	FT 1%
Factor A	1	322.6667	322.6667	6.3369	8.10
Factor B	1	786.1571	786.1571	15.4395	8.10
A x B	1	314.7953	314.7953	6.1823	8.10
Error exp.	20	1018.3689	50.9184		
Total	23	2441.9879			

Fuente: elaboración propia, 2020.

Conclusión:

Se puede observar en la tabla 33, que existe diferencia altamente significativa en el índice de hinchamiento de las películas comestibles en el Factor B (%glicerol). Por lo que se realiza una prueba de comparación de medias de Tukey.

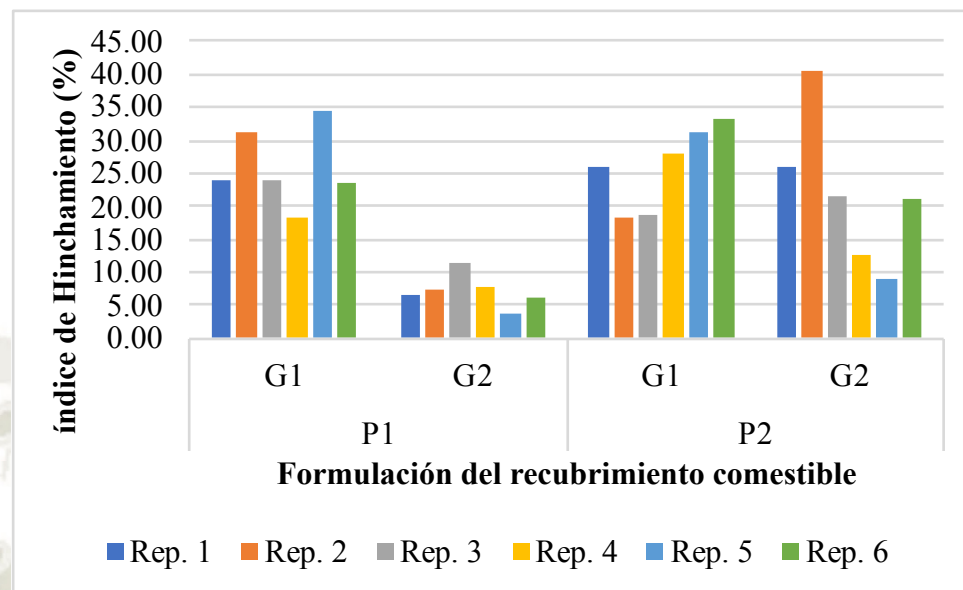
Tukey en función al %glicerol

G ₁	G ₂
----------------	----------------

Conclusión:

Se puede observar en los resultados hallados en las pruebas de Tukey, que existe diferencia altamente significativa con un 99% de confianza, es decir, que los tratamientos son diferentes (Villareal, 2017).

Figura 12. Índice de hinchamiento de la película comestible



Fuente: elaboración propia, 2020.

Interpretación de la figura:

En la figura 12, se puede observar que el % glicerol influye en el índice de hinchamiento de la película comestible, el tratamiento que mostró mayor índice de hinchamiento fue a 10% de proteína con 2% de glicerol.

- **Permeabilidad al vapor de agua de la película comestible**

Tabla 34. Permeabilidad al vapor de agua de la película comestible (gmm/hm²Pa)

INDICADOR	REP.	P ₁		P ₂	
		G ₁	G ₂	G ₁	G ₂
Permeabilidad al vapor de agua (gmm/hm ² Pa)	1	4.32E-03	2.71E-03	3.67E-03	3.12E-03
	2	3.77E-03	2.36E-03	3.70E-03	2.64E-03
	3	4.17E-03	2.55E-03	3.82E-03	2.30E-03
	\bar{x}	4.09E-03	2.54E-03	3.73E-03	2.69E-03

Fuente: elaboración propia, 2020.

Tabla 35. Análisis de varianza para la permeabilidad al vapor de agua de la película comestible

FV	GL	SC	CM	FC	FT 1%
Factor A	1	3.2546E-08	3.2546E-08	0.4568	11.28
Factor B	1	5.0521E-06	5.0521E-06	70.9148	11.28
A x B	1	1.9149E-07	1.9149E-07	2.6879	11.28
Error exp.	8	5.6993E-07	7.1241E-08		
Total	11	5.8460E-07			

Fuente: elaboración propia, 2020.

Conclusión:

Se puede observar en la tabla 35, que existe diferencia altamente significativa en la permeabilidad al vapor de agua de las películas comestibles en el Factor B (%glicerol). Por lo que se realiza una prueba de comparación de medias de Tukey.

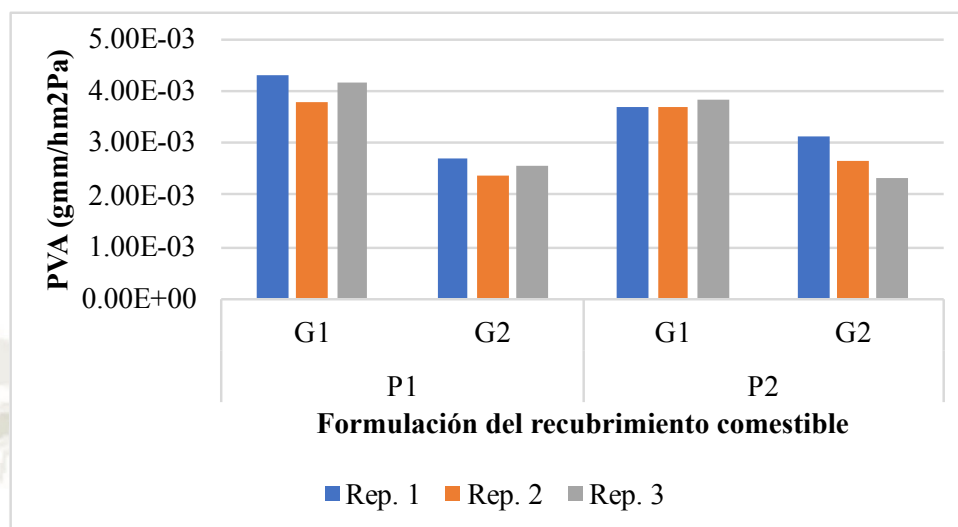
Tukey en función al %glicerol

G ₁	G ₂
----------------	----------------

Conclusión:

Se puede observar en los resultados hallados en las pruebas de Tukey, que existe diferencia altamente significativa con un 99% de confianza, es decir, que los tratamientos son diferentes (Villareal, 2017).

Figura 13. Permeabilidad al vapor de agua de la película comestible



Fuente: elaboración propia, 2020.

Interpretación de la figura:

En la figura 13, se puede observar que el % glicerol influye en la permeabilidad al vapor de agua de la película comestible, los tratamientos que mostraron menor permeabilidad al vapor de agua fueron a 8% de proteína con 4% de glicerol y 10 de proteína con 4% de glicerol.

- **Solubilidad en agua de la película comestible**

Tabla 36. Solubilidad en agua de la película comestible (%)

INDICADOR	REP.	P ₁		P ₂	
		G ₁	G ₂	G ₁	G ₂
Solubilidad en agua (%)	1	71.54	81.34	78.57	80.61
	2	59.28	78.25	73.73	85.56
	3	58.03	78.29	80.94	88.67
	4	69.70	83.04	78.97	86.55
	5	57.30	70.94	64.19	77.63
	\bar{x}	63.17	78.37	75.28	86.80

Fuente: elaboración propia, 2020.

Tabla 37. Análisis de varianza para la solubilidad en agua de la película comestible

FV	GL	SC	CM	FC	FT 1%
Factor A	1	384.6522	384.6522	11.4172	8.53
Factor B	1	703.6538	703.6538	20.8857	8.53
A x B	1	55.7446	55.7446	1.6546	8.53
Error exp.	16	539.0502	33.6906		
Total	19	1683.1009			

Fuente: elaboración propia, 2020.

Conclusión:

Se puede observar en la tabla 37, que existe diferencia altamente significativa en la solubilidad en agua de las películas comestibles en el Factor A (%proteína) y Factor B (%glicerol). Por lo que se realiza una prueba de comparación de medias de Tukey.

Tukey en función al %proteína



Conclusión:

Se puede observar en los resultados hallados en las pruebas de Tukey, que existe diferencia altamente significativa con un 99% de confianza, es decir, que los tratamientos son diferentes (Villareal, 2017).

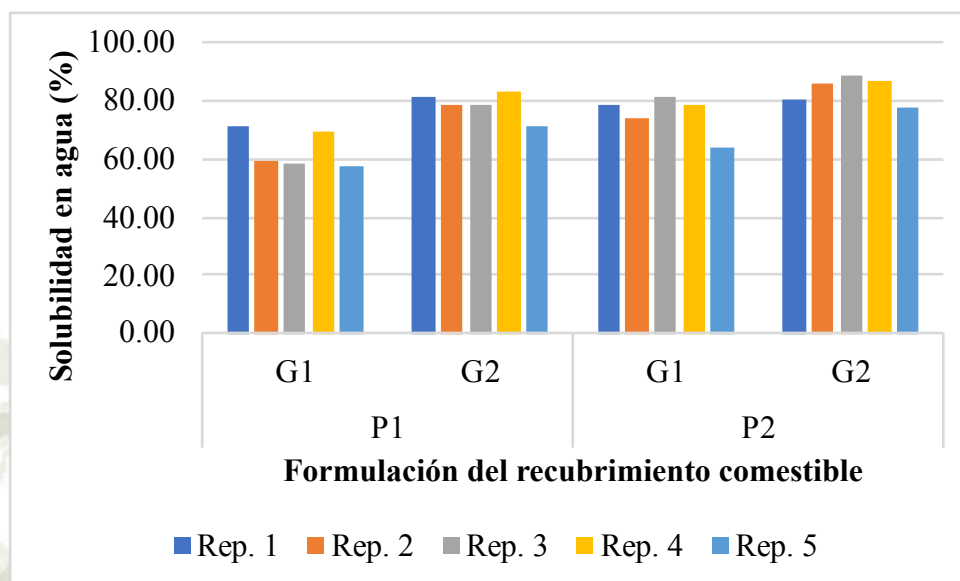
Tukey en función al %glicerol



Conclusión:

Se puede observar en los resultados hallados en las pruebas de Tukey, que existe diferencia altamente significativa con un 99% de confianza, es decir, que los tratamientos son diferentes (Villareal, 2017).

Figura 14. Solubilidad en agua de la película comestible



Fuente: elaboración propia, 2020.

Interpretación de la figura:

En la figura 14, se puede observar que el %proteína y el % glicerol influye en la solubilidad en agua de la película comestible, los tratamientos que mostraron menor solubilidad fueron a 8% de proteína con 2% de glicerol y 10% de proteína con 2% de glicerol.

- **Medida de opacidad de la película comestible (nm)**

Tabla 38. Medida de opacidad de la película comestible (nm)

INDICADOR	REP.	P ₁		P ₂	
		G ₁	G ₂	G ₁	G ₂
Medida de Opacidad (nm)	1	0.391	0.819	0.654	0.725
	2	0.474	0.867	0.646	0.696
	3	0.514	0.794	0.560	0.791
	4	0.600	0.743	0.651	0.737
	5	0.667	1.040	0.622	0.621
	\bar{x}	0.529	0.852	0.627	0.714

Fuente: elaboración propia, 2020.

Tabla 39. Análisis de varianza para la medida de opacidad de la película comestible

FV	GL	SC	CM	FC	FT 1%
Factor A	1	0.0021	0.0021	0.2829	8.53
Factor B	1	0.2109	0.2109	28.1235	8.53
A x B	1	0.0696	0.0696	9.2818	8.53
Error exp.	16	0.1200	0.0075		
Total	19	0.4027			

Fuente: elaboración propia, 2020.

Conclusión:

Se puede observar en la tabla 39, que existe diferencia altamente significativa en la medida de opacidad de las películas comestibles en el Factor B (%glicerol) y en la interacción A x B (interacción %proteína y %glicerol). Por lo que se realiza una prueba de comparación de medias de Tukey y análisis de factores.

Tukey en función al %glicerol

G ₂	G ₁
----------------	----------------

Conclusión:

Se puede observar en los resultados hallados en las pruebas de Tukey, que existe diferencia altamente significativa con un 99% de confianza, es decir, que los tratamientos son diferentes (Villareal, 2017).

Análisis de factores: interacción %proteína y %glicerol

Tabla 40. Análisis de factores para la medida de opacidad de la película comestible

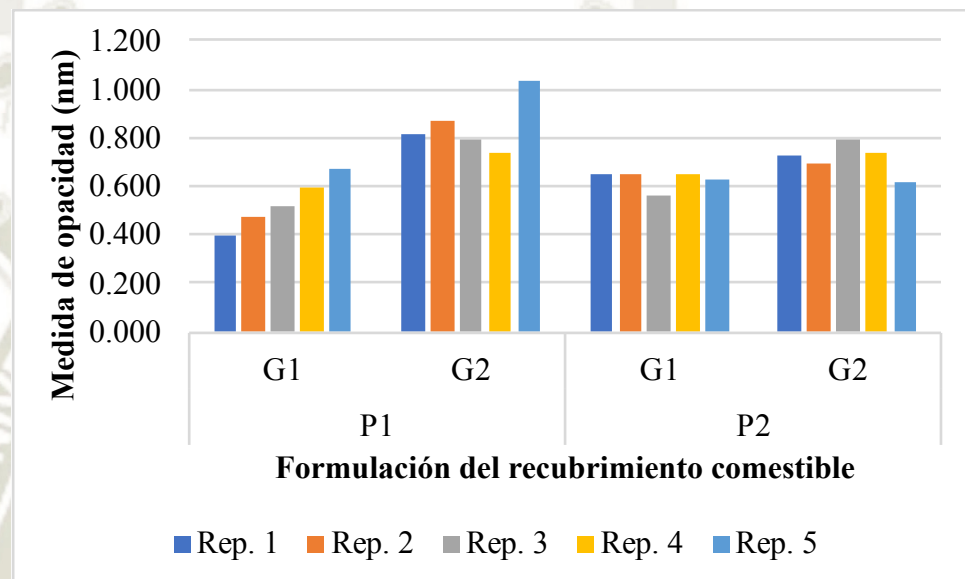
FV	GL	SC	CM	FC	FT 1%
P₁ G	1	0.0237	0.0237	3.1620	8.53
P₂ G	1	0.0480	0.0480	6.4027	8.53
P G₁	1	0.2615	0.2615	34.8593	8.53
P G₂	1	0.0191	0.0191	2.5460	8.53
Error exp.	16	0.1200	0.0075		

Fuente: elaboración propia, 2020.

Conclusión:

Se puede observar en la tabla 40, que existe diferencia altamente significativa con un 99% de confianza para la interacción 2% de glicerol y %proteínas es decir, que es diferente. En las demás interacciones no existió diferencia altamente significativa.

Figura 15. Medida de opacidad de la película comestible



Fuente: elaboración propia, 2020.

Interpretación de la figura:

En la figura 15, se puede observar que la formulación influye en la medida de opacidad de la película comestible, los tratamientos que mostraron menor medida de opacidad fueron a 8% de proteína con 2% de glicerol y 10% de proteína con 2% de glicerol.

b) Discusión de resultados

Este experimento tuvo como objetivo determinar la cantidad adecuada de proteína y glicerol para la formulación del recubrimiento comestible y en la caracterización de las películas comestibles.

Grosor: La formulación que obtuvo menor grosor fue a 10% de proteína con 4% de glicerol reportando un valor 0.126 mm, este concuerda con los resultados publicados por Agudelo-Cuartas *et al.* (2020) en sus películas de 10% de concentrado de proteína de suero con 5% de glicerol y obtuvo 0.124

mm de espesor. Pero es inferior a los obtenidos por Gökkaya, Diblan y Kaya (2019) en sus películas de aislado de proteína de suero al 8% con 8% de glicerol, que obtuvo 0.23 mm de grosor. Sin embargo, es superior en comparación a los reportados por Banerjee y Chen (1995) en sus películas de 10% de concentrado de proteína de suero con 5% de glicerol y obtuvo 0.110 mm, Chuta y Cornejo (2017) en sus films de 8% de aislado de proteína de suero con 6.4% de glicerol y obtuvo 0.163 de espesor, que concuerda al reportado en el presente trabajo de 0.169 al 8% de proteína con 2% de glicerol. Según Herrera-Vasquez, Dublán-García, López-Martínez y Gómez-Oliván (2015) el grosor aumenta, al incrementar las concentraciones de glicerol:

Por lo tanto existe una relación directa entre la cantidad de glicerol y el grosor de las películas. Esto puede deberse a la estructura del glicerol que permite su interacción con el resto de los componentes mediante de puentes de hidrógeno reduciendo de esta manera el entrecruzamiento entre las proteínas para crear una red proteica menos compacta. La medición del espesor es importante ya que afecta las propiedades mecánicas y de barrera de las películas.

Los valores altos reportados por algunos autores se debe probablemente a la presencia de otros polisacáridos en las suspensiones filmogénicas, sumado a las diferencias en métodos de secado y relaciones de masa/área utilizadas.

Índice de hinchamiento: La formulación que obtuvo mayor Índice de hinchamiento fue a 10% de proteína con 2% de glicerol, reportando un valor de 25.95%; este resultado es cercano al publicado por Moradi *et al.* (2012) quienes realizaron films a partir de quitosano y glicerol, obteniendo 28.50%. Galus y Kadzińska (2016) realizaron films a partir de 8% de aislado de proteína de suero con 4% de glicerol y obtuvieron 51.60% de índice de hinchamiento, muy similar a los valores obtenidos al añadir aceite de colza, que oscilan en 52.40 y 55.30% de índice de hinchamiento.

Los valores publicados por Galus y Kadzińska son superiores a los reportados en el presente trabajo (25.95%), esto puede deberse a que utilizaron aislado de proteína de suero comercial (90% de pureza), a comparación del presente proyecto; también se pudo observar que la adición de lípidos no aumentó el índice de hinchamiento significativamente comparado con sus films sin el aceite de colza.

A altas concentraciones de suero de leche, permitieron un mayor Índice de Hinchamiento de las películas debido a su carácter hidrofílico y la capacidad de las proteínas para absorber y retener agua dentro de la red que forman por las interacciones proteína-agua, mientras que con el glicerol ocurrió un efecto contrario, el aumento en la cantidad de glicerol de 2 a 4% disminuyó la capacidad de retención de agua de las películas (Herrera-Vasquez *et al.*, 2015). Dicho comportamiento se debe a que el glicerol interactuó con las proteínas y redujo la superficie de contacto de las proteínas con el agua. Este parámetro nos dice cuánta agua pueden absorber las películas del ambiente o del alimento que recubren, predice la conservación de la calidad del empaque durante el envasado y el almacenamiento de productos alimenticios (Valderrama, Algecira & Albaracín, 2016) e indica su biodegradación y aplicabilidad en el envasado de alimentos con alto contenido de agua, como frutas peladas (Cerqueira, Souza, Teixeira, & Vicente, 2012).

En algunos casos, un índice de hinchamiento mayor, puede ser deseable para absorber el exceso de agua en la superficie de los alimentos con alto contenido de humedad (Moradi, Tajik & Rohani, 2012).

Permeabilidad al vapor de agua: La formulación que obtuvo menor permeabilidad al vapor de agua fue a 8% de proteína con 4% de glicerol, reportando un valor de 2.54×10^{-3} ; este resultado concuerda con el publicado por Gökkaya *et al.* (2019) que obtuvieron películas a partir de 8% de aislado de proteína de suero con 8% de glicerol, con permeabilidad de 2.57×10^{-3} gmm/hm²Pa.

Las permeabilidades fueron considerablemente más bajas que las reportadas por Banerjee y Chen (1995) en sus películas a partir de 10% de concentrado de proteína de suero con 5% de glicerol, obteniendo 1.06×10^{-2} gmm/hm²Pa, y Viquez (2016) que obtuvo films de 8% de concentrado de proteína de suero con 3 y 5% de glicerol, con permeabilidades de 3.421×10^{-3} y 5.410×10^{-3} gmm/hm²Pa, respectivamente.

Esta propiedad es muy importante porque está ligada con la pérdida de humedad y/o peso de los alimentos e interviene en su deterioro. Por lo tanto, se busca que la película tenga una alta barrera al vapor de agua (es decir, valores bajos de permeabilidad al vapor de agua) (Pinto, 2019).

Se observa en los resultados que se obtiene menores valores de permeabilidad a mayor contenido de glicerol (4%) debido a que las películas altamente plastificadas tienen propiedades de barrera contra la humedad. Las películas derivadas de proteínas proporcionan buenas barreras para O₂ y CO₂, pero no al agua ya que son de naturaleza hidrófila (Chuta & Cornejo, 2017). Estos resultados indican la necesidad de mejorar la PVA de las películas, mediante la inclusión de componentes de naturaleza hidrofóbica en las suspensiones filmogénicas, debido a que la eficiencia de película y recubrimiento en cuanto a la permeabilidad al vapor de agua y conservación de aroma depende de la retención de elementos hidrofóbicos más que de hidrofílicos (vapor de agua), la goma xantán ha demostrado dicha funcionalidad en otras investigaciones, debido a su excelente grado de interacción con este tipo de componentes (Ayala-Sánchez, Vaquiro, & Solanilla, 2016).

Solubilidad en agua: La formulación que obtuvo menor solubilidad fue a 8% de proteína con 2% de glicerol, obteniendo un valor de 63.17%, muy similar al reportado por Viquez (2016) en sus films a partir de 8% de concentrado de proteína de suero con 3% de glicerol y obtuvo 63.31%; considerablemente mas bajo que al publicado por Chuta y Cornejo (2017) en sus films al 8% de aislado de proteína de suero con 6.4% de glicerol, obtuvieron valores de 73.91%.

Pero es superior a los publicados por Agudelo-Cuartas *et al.* (2020), en sus películas al 10% de concentrado de proteína de suero con 5% de glicerol, obteniendo 59.60%, Escobar, Sala, Silvera, Harispe y Márquez (2009) en sus películas al 10% de aislado de proteína de suero con 4% de glicerol, obteniendo 59.50%, Gökkaya *et al.* (2019) en sus películas al 8% de aislado de proteína de suero con 8% de glicerol, obteniendo 49.20%, similar al valor obtenidos al añadir aceite de girasol (47.40%) y por Galus y Kadzińska (2016) en sus films a partir de 8% de aislado de proteína de suero con 4% de glicerol y obtuvieron 42.38% de solubilidad, muy similar al valor obtenido al añadir aceite de colza (41.1%).

Los valores publicados por Gökkaya *et al.* (2019) y Galus y Kadzińska (2016) son inferiores a los reportados en el presente trabajo (63.17%), esto puede deberse a que utilizaron aislado de proteína de suero comercial (90% de pureza), a comparación de la presente investigación; también se pudo observar que la adición de lípidos no disminuyó notablemente la solubilidad, ya que no

mostró diferencias altamente significativas comparado con sus films sin el aceite de girasol y colza, respectivamente.

Los resultados de estos autores se mencionan con el propósito de comparar las solubilidades obtenidas en el proyecto con un material similar, aunque estos difieren en su método de elaboración y formulación puesto que Gökkaya *et al.* (2019) y Galus y Kadzińska (2016) emplearon aceite de girasol y colza respectivamente, lo cual le aporta un carácter más insoluble al material. La solubilidad involucra la penetración de las moléculas de agua en la matriz polimérica, esto es seguido por la disrupción de las fuerzas de Van der Waals entre las cadenas poliméricas (Herrera-Vasquez, Dublán-García, López-Martínez, & Gómez-Olivan, 2015)

De acuerdo con los resultados, el contenido de glicerol tuvo un mayor efecto en la solubilidad de las películas, debido a que es una molécula hidrofílica, por lo que a mayor concentración de glicerol, la solubilidad de las películas se favoreció de 63.17% a 78.37% en las películas al 8% de proteína con 2 y 4% de glicerol respectivamente y 75.28% a 86.80% en las películas al 10% de proteína con 2 y 4% de glicerol respectivamente.

La resistencia de las películas comestibles al agua es deseable si la película se va a utilizar para conservar alimentos con humedad intermedia o alta. Una película con poca resistencia al agua se disolverá rápidamente provocando un aumento en la difusión de los componentes desde la superficie a la masa del alimento, dando como resultado un efecto protector débil en la superficie del alimento (Galus & Kadzińska, 2016).

En algunos casos, la solubilidad en agua de la película antes del consumo del producto puede ser beneficiosa (Galus & Kadzińska, 2016). La propiedad de solubilidad en agua de las películas podría estar relacionada directamente con la hidrofiliidad y/o hidrofobicidad de la película. Si la solubilidad de la película en agua es alta, significa que el carácter hidrófilo de la película es alto (Gökkaya, Dıblan, & Kaya, 2019).

Las películas conservaron su integridad después de 24 horas en agua, debido al establecimiento de enlaces disulfuro entre moléculas de proteína generado después del tratamiento térmico (Agudelo-Cuartas, Granda-Restrepo, Sobral, Hernandez, & Castro, 2020)

Medida de opacidad: La absorbancia se cuantifica como el porcentaje de intensidad lumínica que no logra atravesar la muestra en evaluación, se dice que un material presenta opacidad cuando la absorbancia es alta y la luz no puede pasar fácilmente (Parra, 2017). La formulación que obtuvo menor opacidad fue a 8% de proteína con 2% de glicerol, obteniendo un valor de 0.529, este concuerda por el publicado por Galus y Kadzińska (2016) quienes realizaron films a partir de 8% de aislado de proteína de suero con 4% de glicerol, obteniendo $T_{600\text{ nm}} = 0.521$ de opacidad.

En comparación con sus resultados reportados al añadir aceite de colza, ya que aumentó la opacidad en valores que oscilan de $T_{600\text{ nm}} = 2.5$ a 4.6; esto se debe a la adición de gotas de aceite dispersas en la matriz que afecta la transparencia, provocando un alto grado de reflexión del haz de luz del espectrofotómetro, incrementando así la opacidad de las mismas (Parra, 2017).

Así como también Javanmard (2009), encontró que la opacidad depende en gran medida de la concentración de material lipídico en la película.

La medida de opacidad creció al aumentar el porcentaje de glicerol, eso se corrobora en la investigación de Gökkaya *et al.* en sus películas al 8% de aislado de proteína de suero con 8% de glicerol, reportó $T_{550\text{ nm}} = 2.62$ de opacidad, notoriamente superior a los resultados del presente trabajo.

Todas las películas mostraron un aspecto bastante translúcido, se predijo que este comportamiento podría atribuirse a una mayor movilidad de la cadena de polímero y al espaciado intermolecular que podría facilitar la permeabilidad de la luz a través de las películas (Gökkaya, Diblan, & Kaya, 2019).

La transparencia de las películas comestibles es clave para una buena aceptación por parte de los consumidores, ya que tiene un impacto directo en la apariencia del producto recubierto (Galus & Kadzińska, 2016).

c) Conclusión

Se concluye después de analizar los resultados obtenidos que la formulación que se utilizará para recubrir el queso andino madurado corresponde a 10% de proteína con 4% de glicerol, debido a que tiene valores idóneos de grosor (0.126 mm), índice de hinchamiento (21.74%) y permeabilidad al vapor de agua (2.69×10^{-3} gmm/hm²Pa); aunque su valor de solubilidad en agua (86.80%) y medida de opacidad ($T_{500\text{ nm}}=0.714$) no sean los deseados, estos últimos son aceptables.

C. Experimento 3: aplicación del recubrimiento comestible

Se aplicó el recubrimiento comestible por el método de barnizado con diferentes números de capas (1, 2 y 3 capas), se dejó secar las muestras a temperatura ambiente entre capa y capa aplicada. Las especificaciones técnicas de los materiales y equipos empleados se encuentran en el capítulo III Planteamiento Operacional.

a) Resultados

- Pérdida de peso del queso andino con recubrimiento comestible

Tabla 41. Pérdida de peso del queso andino madurado (%)

INDICADOR	TIEMPO	REP.	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃
Pérdida de peso (%)	1 día	1	0.967	1.108	0.677	0.621
		2	0.990	0.625	0.625	0.797
		3	2.343	1.615	0.945	0.322
	2 días	1	1.378	1.512	0.837	1.250
		2	1.453	0.813	0.794	1.229
		3	2.785	2.126	1.387	0.689
	3 días	1	4.467	5.060	3.492	4.584
		2	3.664	3.072	2.683	4.019
		3	4.789	4.290	3.406	3.173
	4 días	1	5.670	5.372	4.423	5.523
		2	4.475	3.203	3.100	5.352
		3	5.292	4.718	3.741	3.620
	5 días	1	9.441	7.467	5.464	7.771
		2	7.583	3.929	4.372	8.319
		3	7.728	6.148	6.187	6.075
	6 días	1	10.197	8.436	6.053	8.813
		2	8.475	4.437	4.788	9.430
		3	8.139	6.985	6.690	6.514
	7 días	1	10.469	8.648	6.279	9.131
		2	8.903	4.568	4.963	9.900
		3	8.139	7.489	6.949	6.734
	8 días	1	10.916	8.920	6.475	9.287
		2	9.320	4.720	5.266	10.416
		3	9.136	7.993	7.482	6.998
	9 días	1	11.382	9.198	6.621	9.723
		2	9.696	4.975	5.622	10.919
		3	9.650	8.498	7.963	7.320
	10 días	1	11.805	9.397	6.773	10.085
		2	10.148	5.054	5.905	11.455
		3	10.112	8.811	8.229	7.518

Fuente: elaboración propia, 2020.

Espesor de cada capa de recubrimiento: 115 μ m

Tabla 42. Promedio de pérdida de peso del queso andino madurado (%)

INDICADOR	TIEMPO	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃
Pérdida de peso (%)	1 día	1.433	1.116	0.749	0.580
	2 días	1.872	1.484	1.006	1.056
	3 días	4.307	4.141	3.194	3.925
	4 días	5.146	4.431	3.755	4.832
	5 días	8.251	5.848	5.341	7.388
	6 días	8.937	6.619	5.844	8.252
	7 días	9.170	6.902	6.064	8.588
	8 días	9.791	7.211	6.408	8.900
	9 días	10.242	7.557	6.735	9.321
	10 días	10.688	7.754	6.969	9.686

Fuente: elaboración propia, 2020.

Tabla 43. Análisis de varianza para evaluar la pérdida de peso del queso andino madurado

FV	GL	SC	CM	FC	FT 1%
Tratamiento	3	32.7407	10.9136	25.6641	4.60
Bloque	9	305.6635	33.9626	79.8656	3.15
Error exp.	27	11.4817	0.4252		
Total	39	349.8859			

Fuente: elaboración propia, 2020.

Conclusión:

Se puede observar en la tabla 43, que existe diferencia altamente significativa en la pérdida de peso del queso andino madurado en el tratamiento (números de capa de aplicación) y bloque (días). Por lo que se realiza una prueba de comparación de medias de Tukey.

Tukey en función a los números de capa de aplicación



Conclusión:

Se puede observar en los resultados hallados en la prueba de Tukey, que existe diferencia altamente significativa con un 99% de confianza, es decir, que el % de pérdida de peso en el número de capas de aplicación es diferente excepto para la muestra sin recubrimiento y la muestra con 3 capas de recubrimiento donde no hubo diferencia altamente significativa, así como para la muestra con 3 capas de recubrimiento y 1 capa de recubrimiento, y 1 capa de recubrimiento con 2 capas de recubrimiento.

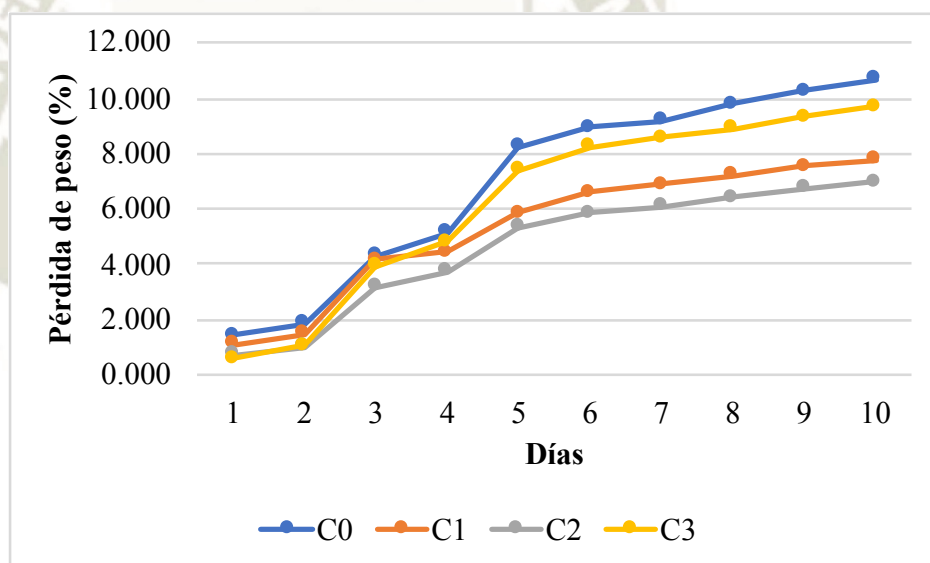
Tukey en función a los días

D ₁₀	D ₉	D ₈	D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁
-----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

Conclusión:

Se puede observar en los resultados hallados en la prueba de Tukey, que existe diferencia altamente significativa con un 99% de confianza, es decir, que el % de pérdida de peso en los días es diferente excepto para los días 10 y 9 donde no hubo diferencia significativa, así como para el día 10 y 8, el día 10 y 7, el día 10 y 6, el día 9 y 8, el día 9 y 7, el día 9 y 6, el día 8 y 7, el día 8 y 6, el día 8 y 5, el día 7 y 6, el día 7 y 5, el día 6 y 5, el día 4 y 3, y el día 2 y 1.

Figura 16. Pérdida de peso del queso andino madurado (%)



Fuente: elaboración propia, 2020.

Interpretación de la figura:

En la figura 16, se puede observar que el número de capas de aplicación influye en la pérdida de peso del queso andino, el tratamiento que mostró menor pérdida de peso fue a 2 capas de recubrimiento.

- **Contenido de ácidos grasos libres en queso andino con recubrimiento comestible**

Tabla 44. Contenido de ácidos grasos libres en queso andino madurado (%)

INDICADOR	REP.	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃
Contenido de ácidos grasos libres (%)	1	1.31	1.35	1.30	0.60
	2	1.41	1.36	1.33	0.66
	3	1.35	1.34	1.35	0.61
	\bar{x}	1.36	1.35	1.33	0.62

Fuente: elaboración propia, 2020.

Tabla 45. Análisis de varianza para evaluar el contenido de ácidos grasos libres del queso andino madurado

FV	GL	SC	CM	FC	FT 1%
Tratamiento	3	1.1715	0.3905	363.2532	7.59
Error exp.	8	0.0086	0.0011		
Total	11	1.1801			

Fuente: elaboración propia, 2020.

Conclusión:

Se puede observar en la tabla 45, que existe diferencia altamente significativa en el contenido de ácidos grasos libres del queso andino madurado. Por lo que se realiza una prueba de comparación de medias de Tukey.

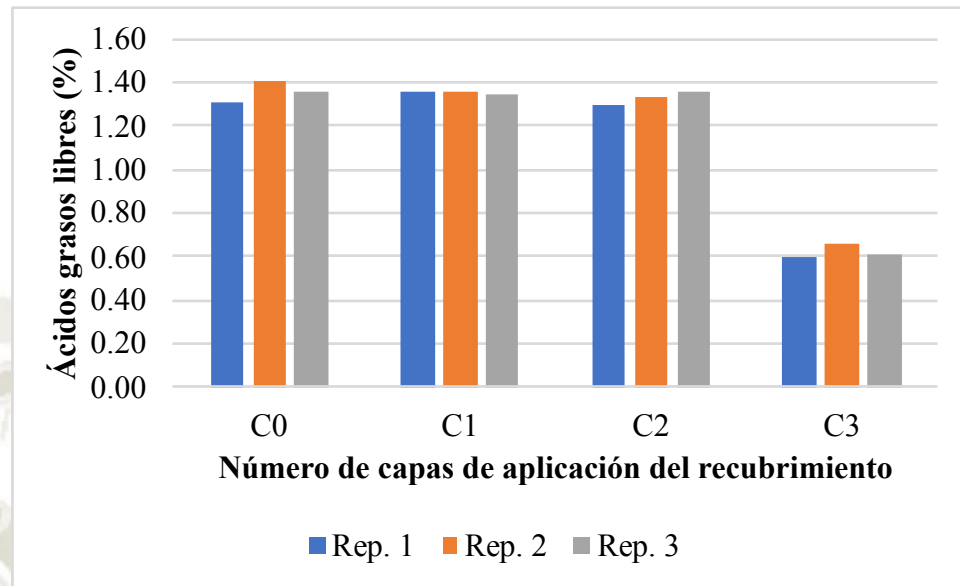
Tukey en función a los números de capa de aplicación

C ₀	C ₁	C ₂	C ₃
----------------	----------------	----------------	----------------

Conclusión:

Se puede observar en los resultados hallados en la prueba de Tukey, que existe diferencia altamente significativa con un 99% de confianza, es decir, que el % de contenido de ácidos grasos libres en el número de capas de aplicación es diferente excepto para la muestra sin recubrimiento con 1 capa de recubrimiento donde no hubo diferencia altamente significativa, así como para la muestra con 1 capa de recubrimiento y 2 capas de recubrimiento, y la muestra sin recubrimiento con 2 capas de recubrimiento.

Figura 17. Contenido de ácidos grasos libres del queso andino madurado (%)



Fuente: elaboración propia, 2020.

Interpretación de la figura:

En la figura 17, se puede observar que el número de capas de aplicación influye en el contenido de ácidos grasos libres del queso andino, el tratamiento que mostró menor contenido de ácidos grasos libres fue a 3 capas de recubrimiento.

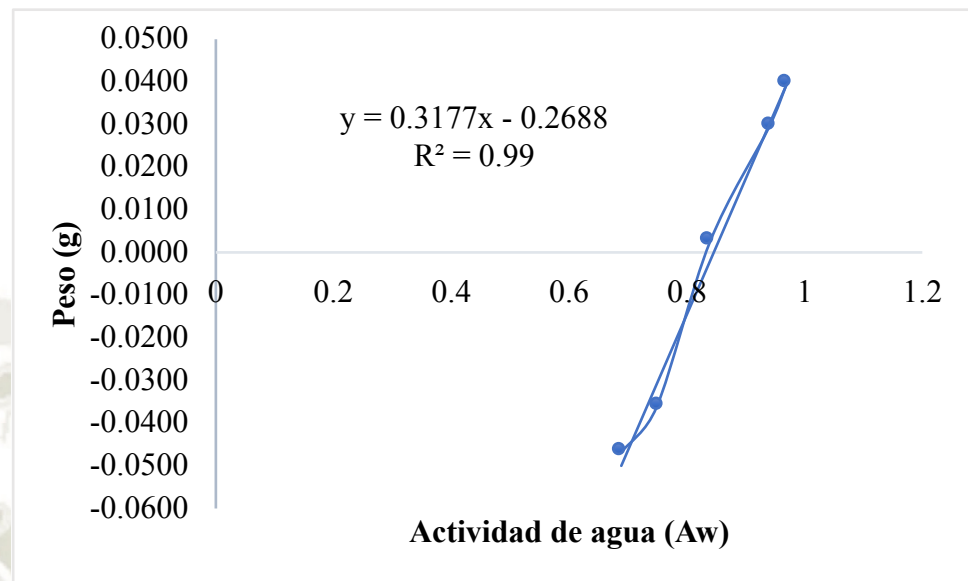
- **Determinación de la actividad de agua del del queso andino madurado**

Tabla 46. Datos de pesos para la determinación de la actividad de agua del queso andino madurado (g)

INDICADOR	SOL. SALINAS SATURADAS A 22 °C	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃
Actividad de agua	Aw: 0.69	-0.0469	-0.0610	-0.0258	-0.0395
	Aw: 0.75	-0.0363	-0.0500	-0.0124	-0.0361
	Aw: 0.84	0.0022	-0.0348	-0.0009	-0.0116
	Aw: 0.95	0.0290	0.0148	0.0271	0.0356
	Aw: 0.97	0.0391	0.0188	0.0408	0.0350

Fuente: elaboración propia, 2020.

Figura 18. Actividad de agua del queso andino sin recubrimiento (C_0)



Fuente: elaboración propia, 2020.

$$y = 0.3177x - 0.2688$$

$$y = 0$$

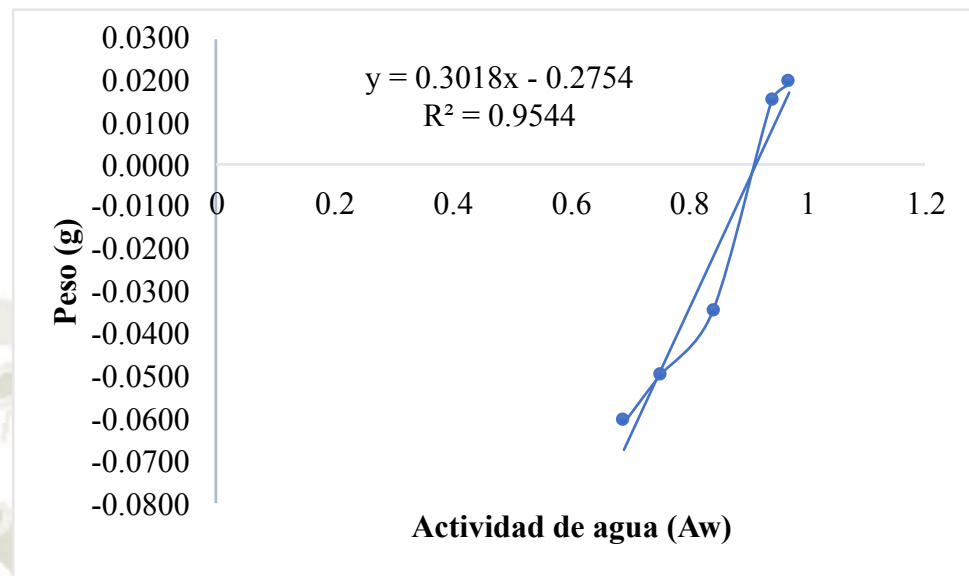
$$x = \frac{0.2688}{0.3177}$$

$$x = 0.8461$$

Interpretación:

En la figura 18, se puede observar el gráfico de ganancia y pérdida de peso Vs. la Actividad de agua (A_w) de las soluciones salinas saturadas para la muestra de queso andino sin recubrimiento, obteniendo una A_w de 0.85.

Figura 19. Actividad de agua del queso andino con una capa de recubrimiento (C₁)



Fuente: elaboración propia, 2020.

$$y = 0.3018x - 0.2754$$

$$y = 0$$

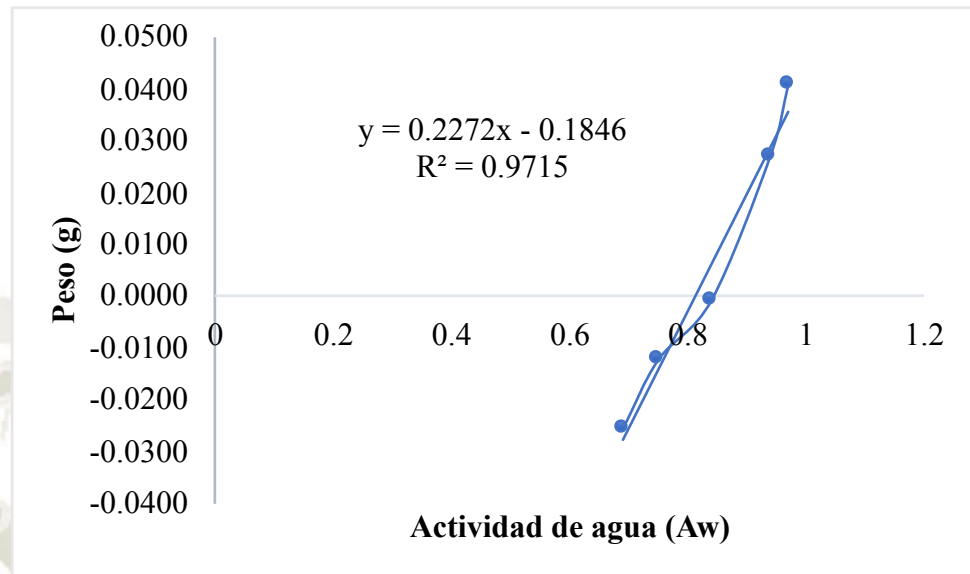
$$x = \frac{0.2754}{0.3018}$$

$$x = 0.9125$$

Interpretación:

En la figura 19, se puede observar el gráfico de ganancia y pérdida de peso Vs. la Actividad de agua (Aw) de las soluciones salinas saturadas para la muestra de queso andino con una capa de recubrimiento, obteniendo una Aw de 0.91.

Figura 20. Actividad de agua del queso andino con dos capas de recubrimiento (C₂)



Fuente: elaboración propia, 2020.

$$y = 0.2272x - 0.1846$$

$$y = 0$$

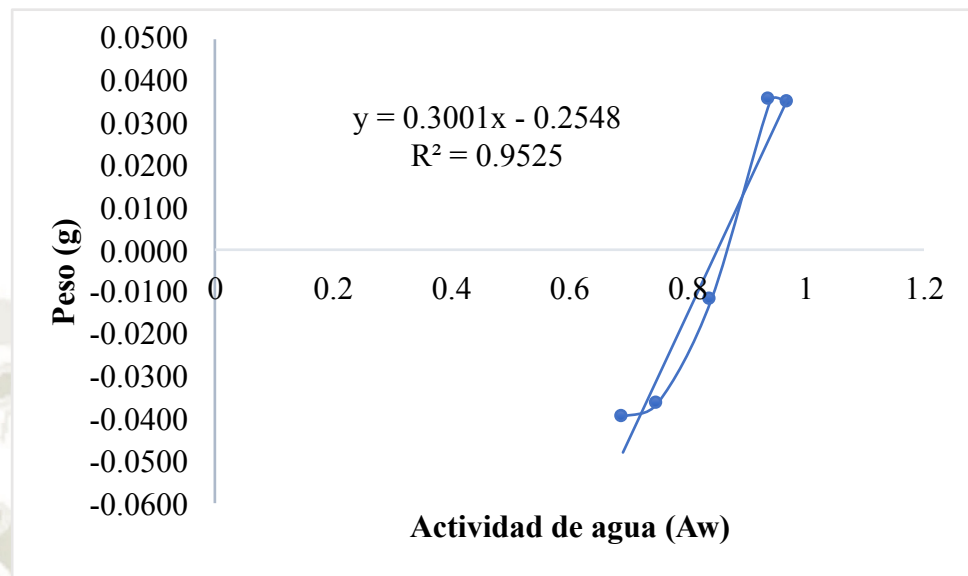
$$x = \frac{0.1846}{0.2272}$$

$$x = 0.8125$$

Interpretación:

En la figura 20, se puede observar el gráfico de ganancia y pérdida de peso Vs. la Actividad de agua (Aw) de las soluciones salinas saturadas para la muestra de queso andino con dos capas de recubrimiento, obteniendo una Aw de 0.81.

Figura 21. Actividad de agua del queso andino con tres capas de recubrimiento (C₃)



Fuente: elaboración propia, 2020.

$$y = 0.3001x - 0.2548$$

$$y = 0$$

$$x = \frac{0.2548}{0.3001}$$

$$x = 0.8491$$

Interpretación:

En la figura 21, se puede observar el gráfico de ganancia y pérdida de peso Vs. la Actividad de agua (Aw) de las soluciones salinas saturadas para la muestra de queso andino con tres capas de recubrimiento, obteniendo una Aw de 0.85.

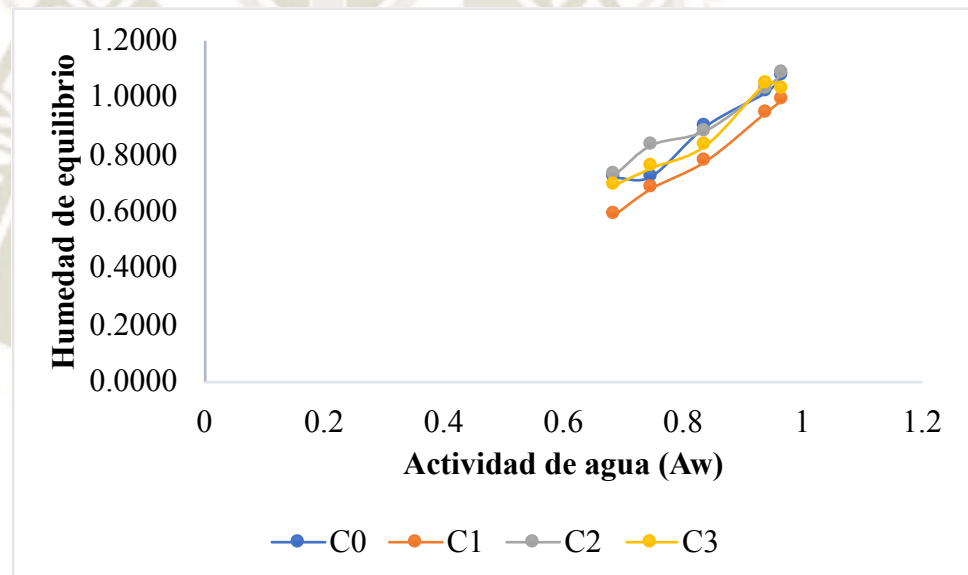
- **Curvas isotérmicas de desorción del queso andino madurado**

Tabla 47. Datos para realizar las curvas isotérmicas de desorción de las muestras de queso andino madurado (g)

INDICADOR	SOL. SALINAS SATURADAS A 22 °C	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃
Curva isotérmica de desorción	Aw: 0.69	0.7164	0.5926	0.7284	0.6955
	Aw: 0.75	0.7232	0.6815	0.8305	0.7538
	Aw: 0.84	0.8964	0.7758	0.8810	0.8322
	Aw: 0.95	1.0139	0.9449	1.0320	1.0490
	Aw: 0.97	1.0740	0.9912	1.0858	1.0281

Fuente: elaboración propia, 2020.

Figura 22. Curvas isotérmicas de desorción de las muestras de queso andino madurado



Fuente: elaboración propia, 2020.

Interpretación:

En la figura 22, se puede observar las curvas isotérmicas de desorción de la muestra sin recubrimiento, y de las muestras con una capa de recubrimiento, con dos capas de recubrimiento y con tres capas de recubrimiento; se observó que, a una mayor Aw de agua el contenido de humedad aumentó, debido a que las proteínas son de naturaleza hidrófila.

- Adherencia del recubrimiento comestible al queso andino

Tabla 48. Adherencia del recubrimiento comestible al queso andino

INDICADOR	PANELISTAS	APLICACIÓN		
		C ₁	C ₂	C ₃
Adherencia	1	7	6	7
	2	6	6	7
	3	5	6	7
	4	6	7	5
	5	6	6	6
	6	4	3	7
	7	6	6	7
	8	6	6	7
	9	5	5	4

Fuente: elaboración propia, 2020.

Tabla 49. Análisis de varianza para evaluar la adherencia del recubrimiento comestible al queso andino madurado

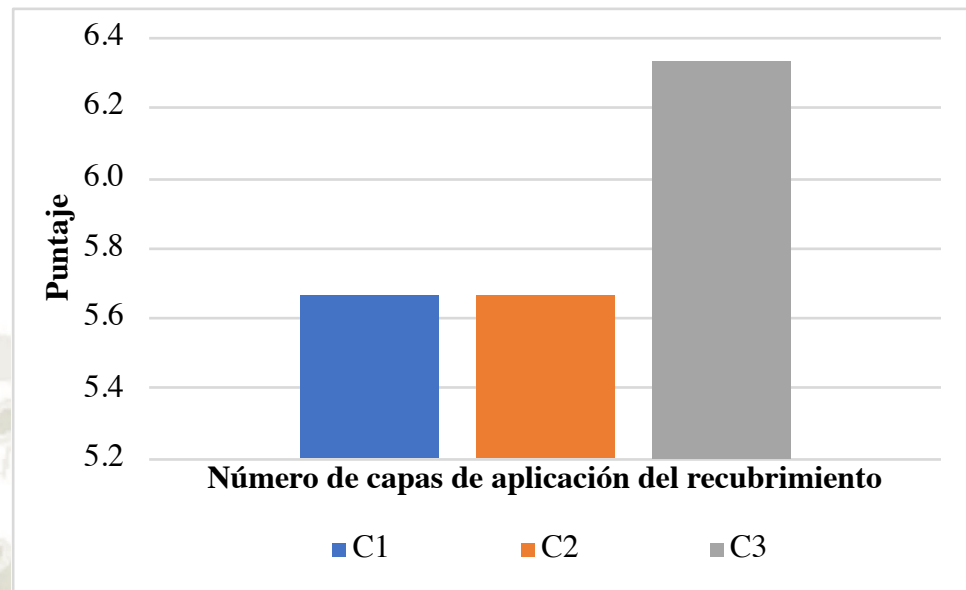
FV	GL	SC	CM	FC	FT 1%
Tratamiento	2	2.6667	1.3333	1.6000	6.23
Bloque	8	12.6667	1.5833	1.9000	3.89
Error exp.	16	13.3333	0.8333		
Total	26	28.6667			

Fuente: elaboración propia, 2020.

Conclusión:

Se puede observar en la tabla 49, que no existe diferencia altamente significativa en la adherencia del recubrimiento comestible al queso andino madurado.

Figura 23. Adherencia del recubrimiento comestible al queso andino



Fuente: elaboración propia, 2020.

Interpretación de la figura:

En la figura 23, se puede observar que el número de capas de aplicación influye en la adherencia del recubrimiento comestible al queso andino, el tratamiento que mostró mayor aceptabilidad fue a 3 capas de recubrimiento.

- **Apariencia del queso andino con recubrimiento comestible**

Tabla 50. Apariencia del queso andino con recubrimiento comestible

INDICADOR	PANELISTAS	APLICACIÓN			
		C ₀	C ₁	C ₂	C ₃
Apariencia	1	6	7	6	6
	2	7	7	7	7
	3	6	6	5	6
	4	6	6	6	6
	5	6	6	5	6
	6	4	3	7	6
	7	6	6	7	7
	8	6	6	6	7
	9	5	5	5	5

Fuente: elaboración propia, 2020.

Tabla 51. Análisis de varianza para evaluar la apariencia del queso andino madurado con recubrimiento comestible

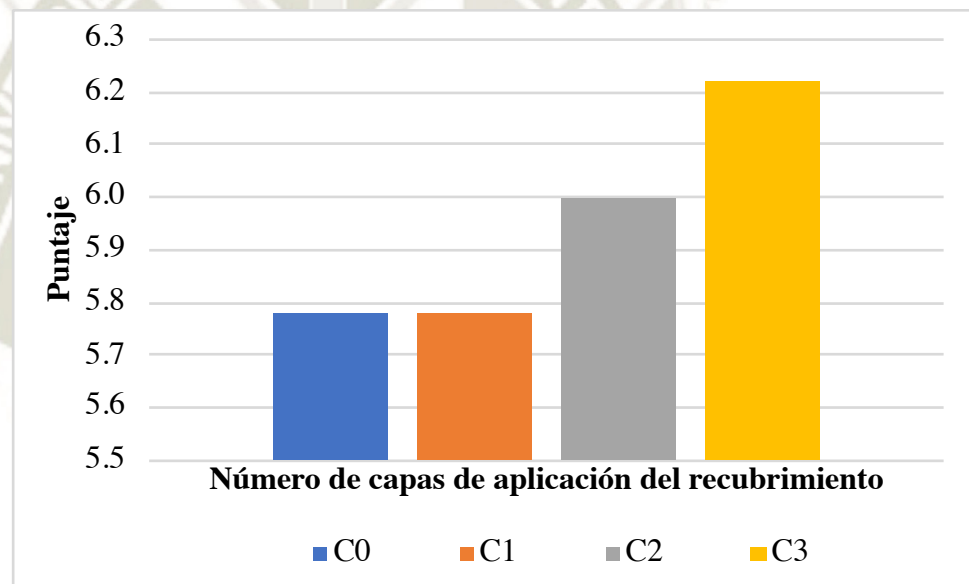
FV	GL	SC	CM	FC	FT 1%
Tratamiento	3	1.2222	0.4074	0.7652	4.72
Bloque	8	13.8889	1.7361	3.2609	3.36
Error exp.	24	12.7778	0.5324		
Total	35	27.8889			

Fuente: elaboración propia, 2020.

Conclusión:

Se puede observar en la tabla 51, que no existe diferencia altamente significativa en la apariencia del queso andino madurado.

Figura 24. Apariencia del queso andino con recubrimiento comestible



Fuente: elaboración propia, 2020.

Interpretación de la figura:

En la figura 24, se puede observar que el número de capas de aplicación influye en la apariencia del queso andino con recubrimiento comestible, el tratamiento que mostró mayor aceptabilidad fue a 3 capas de recubrimiento.

- Sabor del queso andino con recubrimiento comestible

Tabla 52. Sabor del queso andino con recubrimiento comestible

INDICADOR	PANELISTAS	APLICACIÓN			
		C ₀	C ₁	C ₂	C ₃
Sabor	1	5	6	5	5
	2	5	5	4	6
	3	5	7	5	6
	4	6	5	4	6
	5	5	6	4	5
	6	4	5	4	6
	7	6	5	5	6
	8	5	5	5	6
	9	4	5	4	4

Fuente: elaboración propia, 2020.

Tabla 53. Análisis de varianza para evaluar el sabor del queso andino con recubrimiento

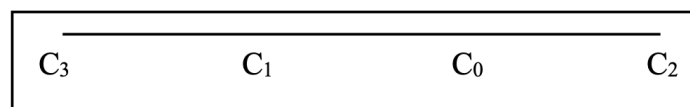
FV	GL	SC	CM	FC	FT 1%
Tratamiento	3	6.8889	2.2963	6.4000	4.72
Bloque	8	6.0556	0.7569	2.1097	3.36
Error exp.	24	8.6111	0.3588		
Total	35	21.5556			

Fuente: elaboración propia, 2020.

Conclusión:

Se puede observar en la tabla 53, que existe diferencia altamente significativa en el tratamiento (número de capas de aplicación) de la apariencia del queso andino madurado. Por lo que se realiza una prueba de comparación de medias de Tukey.

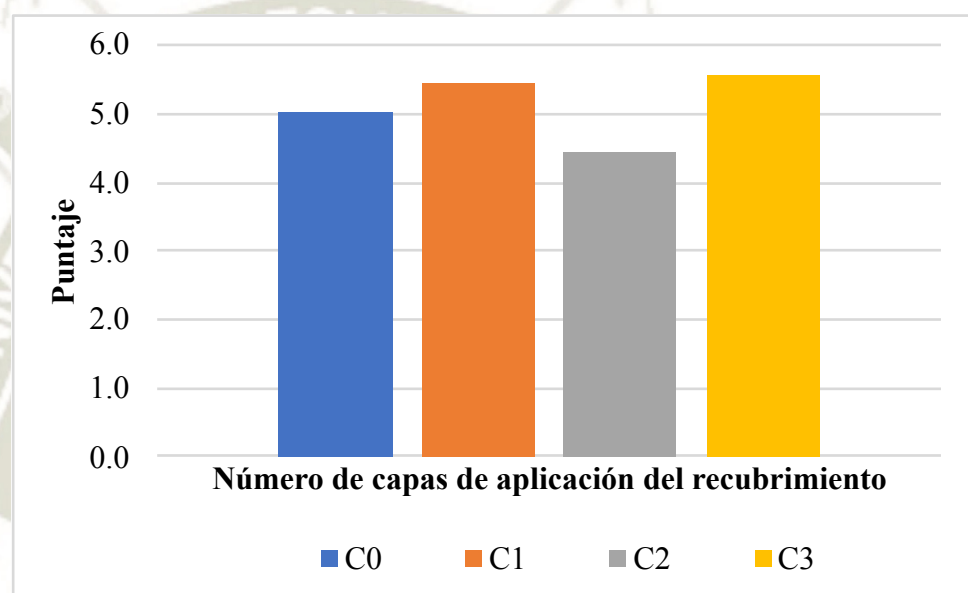
Tukey en función a los números de capa de aplicación



Conclusión:

Se puede observar en los resultados hallados en la prueba de Tukey, que existe diferencia altamente significativa con un 99% de confianza, es decir, que el sabor en el número de capas de aplicación es diferente excepto para la muestra con 3 capas recubrimiento y la muestra con 2 capas recubrimiento y para la muestra con 1 capa de recubrimiento y la muestra sin recubrimiento.

Figura 25. Sabor del queso andino con recubrimiento



Fuente: elaboración propia, 2020.

Interpretación de la figura:

En la figura 25, se puede observar que el número de capas de aplicación influye en el sabor del queso andino con recubrimiento comestible, el tratamiento que mostró mayor aceptabilidad fue a 3 capas de recubrimiento.

- **Color del queso andino con recubrimiento comestible**

Tabla 54. Color del queso andino con recubrimiento comestible

INDICADOR	PANELISTAS	APLICACIÓN			
		C ₀	C ₁	C ₂	C ₃
Color	1	6	6	6	5
	2	7	7	7	7
	3	6	6	6	5
	4	5	5	6	5
	5	5	6	5	6
	6	4	6	7	5
	7	5	6	7	6
	8	6	6	6	6
	9	5	6	6	6

Fuente: elaboración propia, 2020.

Tabla 55. Análisis de varianza para evaluar el color del queso andino con recubrimiento

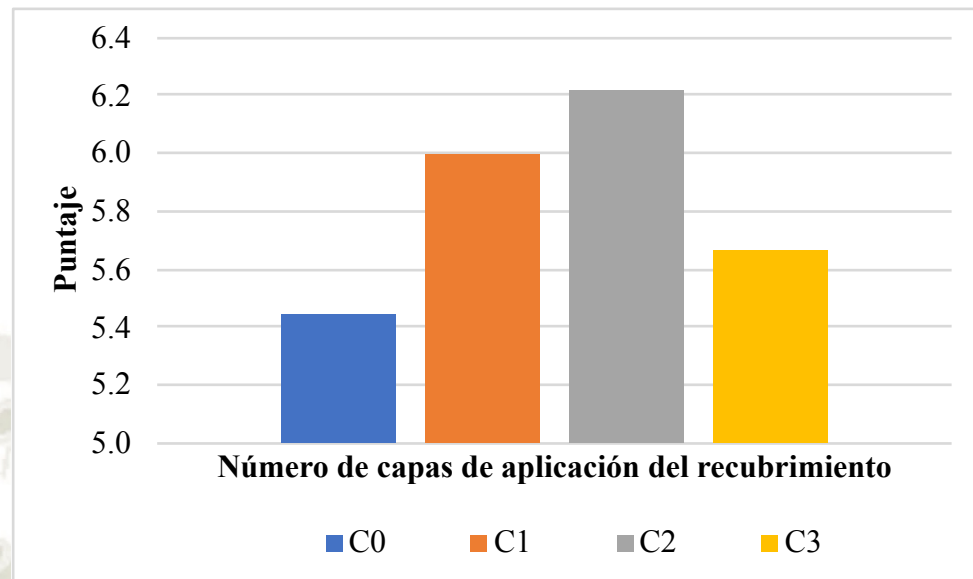
FV	GL	SC	CM	FC	FT 1%
Tratamiento	3	3.2222	1.0741	3.3143	4.72
Bloque	8	8.0000	1.0000	3.0857	3.36
Error exp.	24	7.7778	0.3241		
Total	35	19.0000			

Fuente: elaboración propia, 2020.

Conclusión:

Se puede observar en la tabla 55, que no existe diferencia altamente significativa en el color del queso andino madurado.

Figura 26. Color del queso andino con recubrimiento



Fuente: elaboración propia, 2020.

Interpretación de la figura:

En la figura 26, se puede observar que el número de capas de aplicación influye en el color del queso andino con recubrimiento comestible, el tratamiento que mostró mayor aceptabilidad fue a 2 capas de recubrimiento.

- **Olor del queso andino con recubrimiento comestible**

Tabla 56. Olor del queso andino con recubrimiento comestible

INDICADOR	PANELISTAS	APLICACIÓN			
		C ₀	C ₁	C ₂	C ₃
Olor	1	7	6	7	6
	2	5	6	6	6
	3	7	6	5	6
	4	6	6	6	6
	5	5	6	5	5
	6	6	4	4	4
	7	5	6	6	6
	8	6	6	7	6
	9	6	4	6	4

Fuente: elaboración propia, 2020.

Tabla 57. Análisis de varianza para evaluar el olor del queso andino con recubrimiento

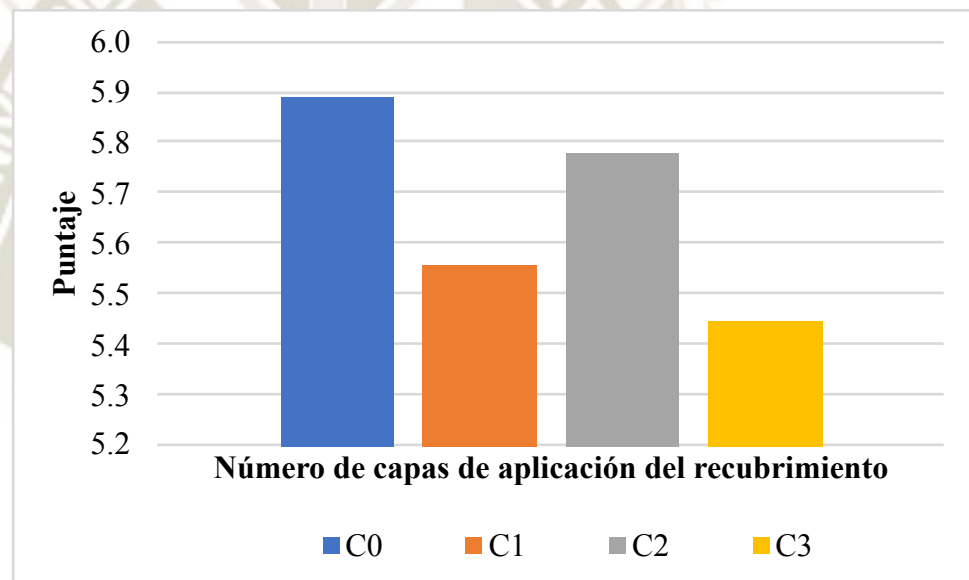
FV	GL	SC	CM	FC	FT 1%
Tratamiento	3	1.1111	0.3704	0.7477	4.72
Bloque	8	13.0000	1.6250	3.2804	3.36
Error exp.	24	11.8889	0.4954		
Total	35	26.0000			

Fuente: elaboración propia, 2020.

Conclusión:

Se puede observar en la tabla 57, que no existe diferencia altamente significativa en el olor del queso andino madurado.

Figura 27. Olor del queso andino con recubrimiento



Fuente: elaboración propia, 2020.

Interpretación de la figura:

En la figura 27, se puede observar que el número de capas de aplicación influye en el olor del queso andino con recubrimiento comestible, el tratamiento que mostró mayor aceptabilidad fue la muestra sin recubrimiento.

b) Discusión de resultados

Este experimento tuvo como objetivo determinar el número de capas más óptimo en la aplicación del recubrimiento comestible al queso andino.

Pérdida de peso: Se observa en los resultados que hubo diferencias altamente significativas entre los tratamientos (números de capa de aplicación del recubrimiento) y el bloque (los días), pero todos los tratamientos mostraron menor pérdida de peso en comparación con el testigo (10.688%). El nivel de migración de agua hacia la superficie del queso fue más rápido, debido a que las muestras de queso andino fueron pequeñas; por lo que su pérdida de peso al pasar los días fue más rápida. Teniendo en cuenta que cada capa de recubrimiento tuvo un espesor de 115 μm ; el tratamiento que obtuvo menor porcentaje de pérdida de peso fue a dos capas de recubrimiento (230 μm de espesor), obteniendo un valor de 6.969%, siendo inferior a los reportados por Albizú y Ac (2011) en su recubrimiento de concentrado de proteína de suero aplicado en queso cheddar por el método de barnizado a los 15 días de su aplicación, obtuvo 8.97% de pérdida de peso; y al publicado por Pinto (2019) en su recubrimiento de harina de garbanzo con proteína de soja y aceite esencial de orégano aplicado en queso andino por el método de barnizado a los 10 días de su aplicación, obtuvo 7.89% de pérdida de peso, muy similar al reportado en el presente trabajo de 7.754% con una capa de recubrimiento.

Al comparar los resultados de dichas investigaciones con la presente, aunque no sea la misma formulación, se observa que el recubrimiento investigado presenta una menor pérdida de peso en comparación con el recubrimiento formulado por Pinto (2019), esto se puede deber a que la aplicación del recubrimiento fue a un queso andino madurado a diferencia de la investigación mencionada, que aplicaron el recubrimiento a los quesos antes de la maduración por lo cual la pérdida de peso en el queso es normal, ya que es parte del proceso de maduración.

Y comparando con el recubrimiento de Albizú y Ac (2011), se puede deber a que los datos reportados en la investigación fueron a los 15 días y a una sola capa de aplicación, tal vez a los 10 días serían similares a los del presente trabajo.

La pérdida de peso en los tratamientos fue debido a que el concentrado de proteína de suero de leche posee baja permeabilidad a gases pero alta permabilidad al vapor de agua, debido a que los aminoácidos son altamente hidrofílicos y también a la adición de plastificador en cual incrementa la permeabilidad debido a la rotura de puentes hidrógeno entre la cadena de polímeros.

Además, la capacidad de barrera depende del porcentaje de concentrado de proteína de suero utilizado Albizú & Ac, la cual incrementa al aumentar el porcentaje de concentrado de proteína.

La mayor pérdida de peso de los diferentes tratamientos se produjo en los primeros días de almacenamiento debido a que el agua que se encuentra en la superficie del alimento se pierde con mayor facilidad comparada con el agua que se encuentra ligada al centro de la matriz (Albizú & Ac, 2011).

Contenido de ácidos grasos libres: Se realizó según la NMX-F-101-SCFI-2012, utilizando las cantidades de muestra recomendada en la tabla 62 del Anexo 2. Se pudo apreciar en todas las muestras con recubrimiento comestible, que soportó la migración de grasa, ya que ésta estuvo en toda la masa del queso y no únicamente en la superficie; en comparación de la muestra sin recubrimiento que al pasar los días se observó presencia de grasa en la superficie.

Se observa en los resultados que hubo diferencias altamente significativas entre los tratamientos, a tres capas de recubrimiento (345 μm de espesor) se observó menor contenido de ácidos grasos libres (0.62%) y mayor contenido de éstos en la muestra sin recubrimiento (1.36%).

Altos contenidos de ácidos grasos en los quesos provoca rancidez, sin embargo, bajos niveles de ácidos grasos libres contribuye al sabor de estos quesos (McSweeney & Sousa, 2000); debido a que los triglicéridos de la grasa de los rumiantes son ricos en ácidos grasos de cadena corta que, cuando se liberan, tienen umbrales de sabor bajos que contribuyen significativamente al sabor de muchas variedades de queso (McSweeney & Sousa, 2000; Collins, McSweeney, & Wilkinson, 2003)

El olor y el sabor del queso se ven afectados directamente por los ácidos grasos y eso se observó en la evaluación sensorial, ya que obtuvo mayor aceptabilidad la muestra con tres capas de recubrimiento (345 μm de espesor), debido a que está posee menor contenido de ácidos grasos (0.62%).

Actividad de agua (Aw) e Isotermas de desorción: “La Aw tiene una gran influencia sobre el crecimiento y actividad metabólica de los microorganismos incluyendo la producción de toxinas así como sobre la velocidad de determinadas reacciones químicas y enzimáticas” (Liceta Llanco, 2018).

Tener en cuenta que el tamaño de las muestras va influir en la Actividad de Agua; debido que al ser mas pequeñas, la migración del agua hacia la superficie será mas rapido, por lo tanto perderá mas agua.

La Aw de la muestra sin recubrimiento, y de las muestras con una capa de recubrimiento (115 μm de espesor), con dos capas de recubrimiento (230 μm de espesor) y con tres capas de recubrimiento (345 μm de espesor), obtuvo valores de 0.85, 0.91, 0.81 y 0.85, respectivamente. El tratamiento que mostró menor Aw fue a dos capas de recubrimiento (0.81), comparado con la Aw de un queso andino comercial que su valor es 0.84 obtenido de LabFerrer (2013) se observó que es inferior, lo que nos demuestra que el recubrimiento comestible a base de suero lácteo aplicado con dos capas de recubrimiento (230 μm de espesor) es eficaz para la cobertura de un queso andino, ya que permitió tener una menor Aw, de tal forma que disminuyó la actividad microbiana, tales como las bacterias que requieren una alta actividad de agua para su multiplicación.

Esto puede deberse a que la Goma Xanthan es un aditivo empleado como estabilizante que tiene la propiedad de formar redes de gel y su adición permite estabilizar la unión del agua con los componentes del suero (proteínas), formando una red que reduce el movimiento libre del agua (contenido de agua libre menor).

Análisis sensorial: El tratamiento que obtuvo mayor aceptabilidad en todos los atributos fue a 3 capas de recubrimiento (345 μm de espesor); siendo el color muy similar al testigo, en cuanto a apariencia y sabor fueron superiores al testigo. Esto puede deberse a que la proteína de suero de leche se caracteriza por formar recubrimientos y películas transparentes Albizú & Ac, siendo esta

una característica favorable ya que indica que se puede utilizar 10% de concentrado de proteína de suero de leche sin generar cambios en la apariencia del producto. El recubrimiento no genera aromas que produzcan cambios negativos en el producto Albizú & Ac, además el queso andino posee un aroma característico fuerte por esta razón no fue detectada la presencia del recubrimiento por parte de los panelistas. (Albizú & Ac, 2011)

El comportamiento mostrado es importante ya que utilizando 10% de concentrado de proteína de suero las características del queso andino relacionadas con aroma se mantienen. Su sabor no varía, debido a que el concentrado de proteína de suero de leche posee un sabor delicado y ligero que no es detectado por los panelistas cuando se utiliza como aditivo o ingrediente en el producto final. El queso andino tiene un sabor fuerte característico que enmascara el sabor ligero del recubrimiento, por esta razón los panelistas no pudieron detectar cambios significativos. Esta característica que presenta el recubrimiento a base de concentrado de proteína de suero es favorable ya que el objetivo es que los consumidores continúen comprando el queso andino con los características que les hace elegirlo y a las que están acostumbrados.

El recubrimiento a base de proteína de suero de leche no tiene color, posee un sabor que el consumidor percibe levemente y no aporta cambios a la apariencia del producto; razón por la cual las características del queso andino no cambian, lo que permite que sea aceptado de manera similar al testigo. Esto es un aspecto importante cuando el propósito del recubrimiento comestible es extender la vida útil, ya que no debe aportar olor o sabor y debe ser transparente.

En general, las muestras con recubrimiento obtuvieron mejores puntajes, debido a que permitió que la grasa presente en el queso esté en toda la masa y no únicamente en la superficie, en comparación con la muestra sin recubrimiento que la grasa migró rápidamente a la superficie, otorgando una apariencia poco aceptable por los panelistas; dado que las lipasas convirtieron los triglicéridos en glicéridos parciales liberando ácidos grasos, que también sufren transformaciones, esto debido a la oxidación; a diferencia de las muestras con recubrimiento comestible, puesto que los recubrimientos a base de concentrado de proteína de suero evitan la oxidación lipídica, retardando la migración de grasa a la superficie (Rumbos, 2019).

Pocos estudios se han centrado en cómo comprender la actitud del consumidor hacia las películas y recubrimientos comestibles. Sin embargo, se ha determinado que las personas no tienen conocimiento de los empaques comestibles y, por lo tanto, tienden a rechazar los alimentos cuando creen que estos recubrimientos o películas no son parte integral del mismo. La mayoría de participantes de un estudio dijeron que debían de saber que tipo de productos son adecuados para llevar un recubrimiento o película comestible y así determinar si consumirlo o no.

Esto implica que el consumidor podría tener diferentes grados de aceptabilidad para los diferentes productos que se recubran (Albizú & Ac, 2011). Cada uno de los atributos tuvo la misma proporción en el aporte de la calificación final ya que los valores estuvieron en un rango de 4.4 a 6.3 para todas las características evaluadas.

La razón por la que los valores no superaron la calificación de 6.3 fue debido a que no se realizaron cambios significativos que cambiaran las características sensoriales del queso Andino, lo cual se refleja en la aceptación similar en cada uno de los tratamientos (Albizú & Ac, 2011).

c) Conclusión

Se concluye después de analizar los resultados obtenidos que el número de capas óptimo del recubrimiento aplicado al queso andino corresponde a dos capas de recubrimiento (230 μm de espesor), debido a que tiene menor porcentaje de pérdida de peso (6.969%), bajo porcentaje de ácidos grasos libres (1.33%), menor actividad de agua (0.81) y un puntaje aceptable en todos los atributos sensoriales (adherencia, apariencia, color, olor y sabor).

4.3. CARACTERIZACIÓN FINAL: RECUBRIMIENTO COMESTIBLE

a. Análisis fisicoquímico del recubrimiento

Tabla 58. Análisis fisicoquímico del recubrimiento comestible

Análisis	Resultados
pH	6.54 pH
% Acidez (Ácido láctico)	0.09%
Densidad a 15 °C	0.9431 g/cc

Fuente: elaboración propia, 2020.



Figura 28. Producto final – Recubrimiento comestible a base de suero lácteo

b. Análisis organoléptico del recubrimiento

Tabla 59. Análisis organoléptico del recubrimiento comestible

Análisis	Resultados
Apariencia	
Textura	Líquida
Color	Blanco cremoso
Olor	Característico a suero de leche
Sabor	Característico a suero de leche

Fuente: elaboración propia, 2020.

c. Análisis microbiológico

Tabla 60. Análisis microbiológico del recubrimiento comestible

Análisis	Resultados
Recuento de Mohos UFC/g	<10
Recuentos de Levaduras UFC/g	<10

Fuente: Laboratorio de Procesos, controles e inspecciones Procein Perú S.A.C., 2020.

Tabla 61. Análisis microbiológico de las muestras de queso andino

Análisis	Resultados			
	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃
Recuento de Mohos UFC/g	10 ²	10 ²	<10	<10

Fuente: Laboratorio de Procesos, controles e inspecciones Procein Perú S.A.C., 2020.

Discusión de los resultados

En la tabla 58 se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicos, el pH fue 6.54, lo cual según Gastelo y Neciosup (2016) en su película comestible de suero lácteo vacuno con almidón de yuca, obtuvo un pH de 6.16 similar al reportado en el presente trabajo. Banerjee y Chen (1995) recomiendan pH cercano a 6.6 para los recubrimiento comestibles a base de proteínas de suero lácteo, para obtener soluciones homogéneas sin floculación o precipitación de partículas. ya que pH inferiores puede ocasionar precipitación de las proteínas y a pH superiores no se logra una formación óptima de la película comestible.

En cuanto a la acidez se obtuvo 0.09% (expresado en ácido láctico), similar al publicado por Pinto (2019) en su recubrimiento comestible de harina de garbanzo, proteína de soja y aceite esencial de orégano, reportó 0.08% de acidez (expresado en ácido láctico).

En la tabla 60, Las pruebas microbiológicas realizadas al recubrimiento comestible se basa en la norma para leche y productos lácteos. Se realizó una prueba de mohos y levaduras, los resultados obtenidos se encuentran dentro de los límites dados por la RM N° 615-2003 SA/DM.

En la tabla 61, se muestran las pruebas microbiológicas realizadas al queso sin recubrimiento, y a los quesos con una capa de recubrimiento, 2 capas de recubrimiento y 3 capas de recubrimiento se basa en la norma para leche y productos lácteos. Se realizó una prueba de mohos, los resultados obtenidos se encuentran dentro de los límites dados por la RM N° 615-2003 SA/DM (Pinto, 2019).

CONCLUSIONES

Se concluye en el siguiente trabajo de investigación:

Primera: Se logró preservar la calidad del queso andino con la aplicación de recubrimiento comestible a base de proteínas biodegradables de suero lácteo, ya que conservó la grasa en toda la masa del queso en comparación de la muestra testigo, que presentaba grasa en la superficie; también otorgó una mayor aceptabilidad en todos los atributos sensoriales, ya que no generó cambios en la apariencia del producto debido a que formó recubrimientos transparentes, el sabor no varía puesto que el recubrimiento posee un sabor delicado y ligero que no influye en las características apreciadas por los consumidores, el color fue aceptado de manera similar al testigo dado que el recubrimiento no tiene color y no aporta cambios en la apariencia del producto y por último las características de aroma se mantuvieron debido a que el recubrimiento no generó cambios negativos en el producto.

Segunda: En el primer experimento se obtuvo un concentrado de proteína de suero por el método de acidificación, se concluye que la mejor variable fue pH 4.5, ya que obtuvo mayor rendimiento con un valor de 1.186% (por cada 100 g de suero lácteo, se obtuvo 1.186 g de concentrado de proteína de suero), también mayor porcentaje de proteína con un valor de 51.38% (superando el porcentaje de proteína obtenida por otros autores) y mayor cantidad de proteína recuperada con un valor de 54.26% (logrando conservar un poco más de la mitad de la proteína disponible y superando el valor mínimo de recuperación recomendado para procesos comerciales).

Tercera: En el segundo experimento se obtuvo una película comestible a partir de concentrado de proteína de suero, se concluye que la mejor formulación fue a 10% de concentrado de proteína y 4% de glicerol, debido a que tiene 0.126 mm de grosor (siendo el más idóneo, comparado con los valores reportados por otros autores), índice de hinchamiento con un valor de 21.74% (resultado óptimo ya que se desea absorber el agua presente en la superficie del queso) y permeabilidad al vapor de agua con un valor de 2.69×10^{-3} gmm/hm²Pa (considerablemente bajo comparado con otros autores, lo que permitió una menor pérdida de peso); aunque su valor de solubilidad en agua sea 86.80% (teniendo en cuenta que mantuvo su integridad por un tiempo prolongado) y medida de opacidad con un valor de $T_{500nm}=0.714$ (considerando que tuvo un aspecto translúcido) no sean los óptimos, estos últimos son aceptables.

Cuarta: En el tercer experimento se evaluó el número de capas de aplicación del recubrimiento a un queso andino, se concluye que el número de capas óptimo corresponde a dos capas de recubrimiento que representa 230 μm de espesor, debido a que tiene menor porcentaje de pérdida de peso con un valor de 6.969% (logrando un mayor rendimiento), menor porcentaje de ácidos grasos libres con un valor de 1.30% (favoreciendo en el sabor y aroma del producto), actividad de agua con un valor de 0.81 (cercano al valor de un queso andino comercial que es 0.84) y mayor aceptabilidad en todos los atributos sensoriales (adherencia, apariencia, color, olor y sabor).



RECOMENDACIONES

Se recomienda en el siguiente trabajo de investigación:

1. Aplicar el concentrado de proteína de suero obtenido en otros productos, debido a su alta cantidad de proteína y económica obtención.
2. Las propiedades de las películas de proteínas de suero lácteo se pueden mejorar agregando otros compuestos en la formulación como lípidos para aumentar la barrera al vapor de agua, lo que permitirá aprovechar el potencial de esta importante proteína.
3. Es recomendable el control de todas las condiciones del secado de películas, así como las condiciones de ambientación de las películas serán expuestas, para evitar errores experimentales relacionados a la sobreexposición de las películas al entorno en los intervalos de manejo que precedan las pruebas de análisis.
4. Tener en cuenta el tamaño de las muestras de queso andino, ya que influirá en la experimentación; por lo que se debe considerar en la elaboración del queso, el contenido de nutrientes en relación al tamaño.
5. Es recomendable ejecutar exámenes que midan la oxidación de almendras cubiertas con empaques comestibles, así como exámenes que midan la oxidación en manzana y de esta manera cuantificar de forma indirecta la permeabilidad a los gases.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abraján, M. (2008). Efecto del método de extracción en las características físicas y químicas del nopal (*Opuntia ficus-indica*) y estudio de su aplicación como recubrimiento comestible. (*Tesis doctoral*). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/3794/tesisUPV2920.pdf>
- Acevedo, D. (2010). Gelificación fría de las proteínas del lactosuero. *ReCiTeIA*, 10(2). Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=QJBB0jofC5oC>
- Agudelo-Cuartas, C., Granda-Restrepo, D., Sobral, P. J., Hernandez, H., & Castro, W. (2020). Characterization of whey protein-based films incorporated with natamycin and nanoemulsion of α -tocopherol. *Heliyon*, 6(4), e03809. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240584402030654X>
- Aider, M. Halleux, D and Melnikova, I. (2009). Skim acidic milk whey cryconcentration and assessment. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 10(3), 334-341.
- Albizú, H. C., & Ac, M. F. (2011). *Desarrollo de un recubrimiento comestible a base de proteína de suero de leche para queso Cheddar*. (Tesis para optar al título de Ingenieros en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura). Universidad Zamorano, Zamorano, Honduras. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/48/1/AGI-2011-T002.pdf>
- Anchundia et al. (2016). Caracterización física de películas comestibles a base de cáscara de plátano (*Musa Paradisiaca*). *Revista chilena de nutrición*, 43(4), 394-399.
- Archibald, A. (2002). *La proteína concentrada del suero de leche una súper estrella en la nutrición*. Obtenido de <http://sialaleche.org/la-proteina-concentrada-del-suero-de-leche-una-superestrella-en-la-nutricion/>
- Arias, R., Mader, T., & Escobar, P. (2008). Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 40, 7-22.
- Arnesen et al. (2008). From soil to gut: *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. *FEMS Microbiology Reviews*, 32, 579–606.
- Ayala-Sánchez, L., Vaquiro, H., & Solanilla, J. (2016). Caracterización fisicoquímica de películas a base de goma xantán. *Vitae*, 23, S361-S365. Obtenido de

https://www.researchgate.net/publication/299351687_Caracterizacion_fisicoquimica_de_películas_a_base_de_goma_xantan

- 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). (Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional Micaela Bastidas De Apurímac, Abancay, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/617>
- Banerjee, R., & Chen, H. (1995). Functional Properties of Edible Films Using Whey Protein Concentrate. *Journal of Dairy Science*, 78(8), 1673-1683. Obtenido de https://www.sciencedirect.com/user/identity/landing?code=qG_4qCBqufX8jIRpcaBLVAIN0ztp8fB7U3A32SVS&state=retryCounter%3D0%26csrfToken%3De13ec129-1253-43a2-8290-7eea9f588000%26idpPolicy%3Durn%253Acom%253Aelsevier%253Aidp%253Apoli cy%253Aproduct%253Ainst_asso
- Baró, et al. (2014). Péptidos y proteínas de la leche con propiedades funcionales. *Ars Pharmaceutica*, 42(3), 135-45.
- Barreda, A. (2016). *Elaboración y evaluación de películas comestibles a base de almidón de maíz (zea mays. l) añadiendo goma de tara y xantan.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3216>
- Cacuango, Y., & Giraldo, C. (2018). *Diseño e implementación de buenas prácticas de manufactura en la Quesería Comunitaria Inti Churi*. Riobamba: [Tesis para optar el título profesional de ingeniero en industrias pecuarias]. Obtenido de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjblpXY_vuAhU1IrkGHUo_CSkQFjAAegQIARAD&url=https%3A%2F%2Fwww.formagro.org%2Fwp-content%2Fplugins%2Fdownload-attachments%2Fincludes%2Fdownload.php%3Fid%3D7415&usg=AOvVaw1amAOEflo7Nma
- Calle, E., & Hanco, C. (2014). *Elaboración y evaluación de películas comestibles en base a mezclas de almidón de Solanum tuberosum (papa), Manihot esculenta (yuca), proteína de soya, aceites esenciales de Minthostachys spp. (muña) y de Citrus sinensis (naranja) para prolongar.* (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú. Obtenido de

<https://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/4318/42.0105.IB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Callejas, J., Prieto, F., Reyes, V. E., Marmolejo, Y., & Méndez, M. A. (enero-febrero de 2012). Caracterización fisicoquímica de un lactosuero: potencialidad de recuperación de fósforo. *Acta Universitaria*, 22(1), 11-18. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/416/41623193002.pdf>
- Centro Nacional de Producción más limpia (CPM). (2004). *Estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta procesadora de bebidas para infantes a base de lacto suero. Centro Nacional de Producción más limpia, Nicaragua*. Nicaragua: Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (UNDESA).
- Cerqueira, M. A., Souza, B. W., Teixeira, J. A., & Vicente, A. A. (2012). Effect of glycerol and corn oil on physicochemical properties of polysaccharide films—A comparative study. *Food Hydrocolloids*, 27(1), 175-184.
- Chuta, F., & Cornejo, E. (2017). *Optimización del proceso de secado de películas biodegradables formuladas a partir de suero de leche y goma de Tara (Caesalpinia spinosa)*. (Tesis para optar el título profesional de ingeniero químico). Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2563>
- Closa, et al. (2015). Contenidos de nutrientes minerales en leche de vaca y derivados de Argentina. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 202.
- CODEX STAN 192-1995. (1995). *Norma general para los aditivos alimentarios*. Obtenido de http://www.fao.org/gsfonline/docs/CXS_192s.pdf
- CODEX STAN 243-2003. (2010). *Norma del codex para leches fermentadas*. Obtenido de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiGva3u1cLtAhVzIbkGHeAxCt4QFjABegQIARAC&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2Finput%2Fdownload%2Fstandards%2F400%2FCXS_243s.pdf&usq=A0vVaw04G0aNtnAO2jhPRQbgfOM3
- CODEX STAN 289-1995. (1995). *Norma para los sueros en polvo*. Obtenido de http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B289-1995%252FCXS_289s.pdf

- Collins, Y., McSweeney, P., & Wilkinson, M. (2003). Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. *International Dairy Journal*, 13, 841-866. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958694603001092>
- Cruz Quevedo, A. (2019). *Elaboración y caracterización de filetes de atún (thunnus albacares) en aceite de oliva con pimientos del piquillo envasado en frascos de vidrio en la ciudad de Paita*. Piura: [Tesis para optar el título profesional de: ingeniero agroindustrial e industrias alimentarias].
- Cuatin, L., & López, D. (2015). *Evaluación de un recubrimiento comestible a base de proteínas de suero y cera de abeja sobre la calidad fisicoquímica y organoléptica de uchuva (Physalis peruviana L.)*. (Tesis de pregrado). Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Colombia. Obtenido de <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/90641.pdf>
- Cujano, D. (2016). *Determinación de la temperatura y tiempo adecuado para la obtención de requesón deshidratado*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/1611>
- Domínguez, W. (2000). *Evaluación de sorbetes y bebidas a base de concentrado proteico de suero del leche*. Honduras: Carrera de Agroindustria, Programa de Ingeniero Agrónomo, Universidad Zamorano, Honduras.
- Elpidia, P. (diciembre de 2013). Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad. *Revista chilena de nutrición*, 40(4), 397-403. doi:<https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182013000400011>
- Escobar, D., Sala, A., Silvera, C., Harispe, R., & Márquez, R. (2009). Películas biodegradables y comestibles desarrolladas en base a aislado de proteínas de suero lácteo: estudio de dos métodos de elaboración y del uso de sorbato de potasio como conservador. *Revista del laboratorio tecnológico del uruguay* (4), 33-36. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/277739102_Peliculas_biodegradables_y_comestibles_desarrolladas_en_base_a_aislado_de_proteinas_de_suero_lacteo_estudio_de_dos_metodos_de_elaboracion_y_del_uso_de_sorbato_de_potasio_como_conservador
- Finten, F., Pérez, L., & Micheo, C. R. (2015). *Evaluación del proceso de elaboración de Ricotta*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil. Obtenido de <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/handle/123456789/539>

- Galus, S., & Kadzińska, J. (2016). Moisture Sensitivity, Optical, Mechanical and Structural Properties of Whey Protein-Based Edible Films Incorporated with Rapeseed Oil. *Food Technology Biotechnology*, 54(1), 78-89. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/283205754_Moisture_Sensitivity_Optical_Mechanical_and_Structural_Properties_of_Whey_Protein-Based_Edible_Films_Incorporated_with_Rapeseed_Oil
- García, M., Quintero, R., & López-Munguía, A. (1993). *Biotecnología alimentaria*. México: Limusa.
- Gastelo, L. A., & Neciosup, I. S. (2016). *Formulación de una película y un recubrimiento comestibles a partir del aprovechamiento de lactosuero vacuno en la región Lambayeque*. (Tesis para optar el grado de título profesional de: ingeniero en industrias alimentarias). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/864/BC-TES-4007.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gökkaya, B., Diblan, S., & Kaya, S. (2019). Development and structural assessment of whey protein isolate/sunflower seed oil biocomposite film. *Food and bioproducts processing*, 118, 270-280. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096030851930584X>
- González, L. d., Pardini, O., & Amalvy, J. (2014). Preparación y caracterización de películas compuestas activas con aplicación en superficie de quesos semiduros. *Tecnología Láctea Latinoamericana*(84), 28-32. Obtenido de https://digital.cic.gba.gob.ar/bitstream/handle/11746/7417/11746_7417.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- González, M., Porras, L., Agudelo, A., Quintero, O., & Diosa, C. (2014). Determinación de isoterma de desorción en jamón de cerdo cocido almacenado entre 4°C y 12°C. *VITAE*, 21(2), 97-106. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-40042014000200004&script=sci_abstract&tlng=es
- Heredia, M. (2006). Aplicación de Antibut (Bactericida) para eliminar bacterias del grupo Coli Aerogenes en la elaboración de queso andino. (*Tesis de pregrado*). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/874/1/27T091.pdf>

- Hernández, F. M. (2015). *Producción de biogás con suero de queso: Tratamiento y generación de energía renovable a partir de lactosuero*. (F. M. Hernández, Ed.) Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=2W2gBAAAQBAJ>
- Herrera, S. (2018). Aplicación de recubrimientos comestibles a base de goma tara y goma xantan en la calidad de postcosecha de palta (*Persea americana* Mill). (*Tesis de posgrado*). Universidad Nacional del Callao, Callao, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/2299>
- Herrera-Vasquez, S., Dublán-García, O., López-Martínez, L., & Gómez-Oliván, L. (2015). Caracterización de una película comestible a base de suero de leche, inulina, gretina y glicerol. Obtenido de http://congresos.cio.mx/memorias_congreso_mujer/archivos/sesion4/S4-BCA20.pdf
- Hill, et all. (1982). A comprehensive dynamic model for animal waste methanogenesis. *Transactions of the ASAE*, 25(5), 1374-1380.
- Inda, A. (2000). *Optimización de rendimientos de quesería*. México: Organización de los Estados Americanos OEA. Obtenido de <https://docplayer.es/15350872-2000-inda-cunningham-arturo-enrique-derechos-sobre-la-presente-impression-organizacion-de-los-estados-americanos-oea.html>
- Instituto de nutrición de Centroamérica y Panamá INCAP. (2007). *Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica*. Guatemala: INCAP/OPS. Obtenido de <http://www.incap.int/mesocaribefoods/dmdocuments/TablaCAAlimentos.pdf>
- Javanmard, M. (2009). Biodegradable Whey Protein Edible Films as a New Biomaterials for Food and Drug Packaging. *Iranian Research Organization for Science and Technology*, 5(3), 129-134. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/266233615_Biodegradable_Whey_Protein_Edible_Films_as_a_New_Biomaterials_for_Food_and_Drug_Packaging
- Jay, J. (1992). *Modern Food Microbiology*. Zaragoza, España: Ed Acribia S.A.
- Kester, J., & Fennema, O. (1986). Edible films and coatings: A review. *Food Technology*, 40, 47-59.
- LabFerrer. (2013). *Valores de actividad de agua de algunos alimentos*.
- Liceta Llanco, A. (2018). *Efecto del empaque, modificación de atmósfera y temperatura de almacenamiento en la conservación de humitas asadas*. Lima: [Tesis para optar el título de ingeniero en industrias alimentarias].

- López, D., Cuatin, L., Andrade, J., & Osorio, O. (2016). Evaluación de un recubrimiento comestible a base de proteínas de lactosuero y cera de abeja sobre la calidad fisicoquímica de uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Acta Agronómica*, 65(4), 329-333. doi:<https://doi.org/10.15446/acag.v65n4.50191>
- López-Barreto, R., Becerra-Jiménez, M., & Borrás-Sandoval, L. (2018). Caracterización físico-química y microbiológica del lactosuero del queso Paipa. *Ciencia y Agricultura*, 15(2), 99-106. Obtenido de <https://www.metarevistas.org/Record/oai:ojs:revistas.uptc.edu.co:articulojs-8565>
- Maccapa, R. (2015). *Efecto de la aplicación de un recubrimiento biodegradable a base de aislado de proteína de suero sobre la vida útil de la chirimoya (*Annona cherimola*), fresa (*Fragaria vesca*) y pera (*Pyrus communis*)*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2619/Maccapa_Pocco_Raul.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- McSweeney, P., & Sousa, M. J. (2000). Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. *Lait*, 80(3), 293-324. Obtenido de <https://lait.dairy-journal.org/articles/lait/pdf/2000/03/10301.pdf>
- Medina, A., & De La Torre, C. (2019). *Obtención de proteínas de lactosuero para enriquecer el queso tipo andino*. (Tesis de pregrado). Universidad Privada de Tacna, Tacna, Perú. Obtenido de <http://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/UPT/788/1/De-La-Torre-Aranda-Medina-Portugal.pdf>
- Menchón, C., Cadona, J., & Bruschi, J. (2016). *Caracterización físico-química y microbiológica de suero de queso en polvo desmineralizado y evaluación del impacto de microorganismos esporulados*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil. Obtenido de <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1603/MENCHON,%20CAROLINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Miramont, S. (2012). *Recubrimientos elaborados a partir de biopolímeros para el soporte de sustancias cividad antimicrobiana caracol y sorbatos*. Buenos Aires: [Tesis para optar el título de maestría en tecnología de los alimentos].
- Monsalve, J., & González, D. (2005). Elaboración de un queso tipo ricota a partir de suero lácteo y leche fluida. *Revista Científica*, 543-550.

- Moradi, M., Tajik, H., Razavi, S., Rasoul, A., Malekinejad, H., Aliakbarlu, J., & Hadian, M. (2012). Characterization of antioxidant chitosan film incorporated with *Zataria multiflora* Boiss essential oil and grape seed extract. *Food Science and Technology*, 46, 477-487. Obtenido de https://www.sciencedirect.com/user/identity/landing?code=pYQYU1SHxtqH2rQdnDf y08UbAVXv_wzvvrI32SVS&state=retryCounter%3D0%26csrfToken%3De8efa1c6-e446-48b6-beed-f147e228c26f%26idpPolicy%3Durn%253Acom%253Aelsevier%253Aidp%253Apoli cy%253Aproduct%253Ainst_asso
- Moradi, Tajik & Rohani. (2012). Characterization of antioxidant chitosan film incorporated with *Zataria multiflora* Boiss essential oil and grape seed extract. *LWT-Food Science and Technology*, 46(2), 477-484.
- Morales, M. A. (2011). Generalidades y aplicación de películas y recubrimientos comestibles en la cadena hortofrutícola. (*Tesis de pregrado*). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo Coahuila, México. Obtenido de <repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/474/61786s.pdf?sequence=1>
- Muset, G., Castells, m., & Juliano, P. (2017). *Valorización del lactosuero*. San Martín: Instituto Nacional de Tecnología Industrial - INTI. Obtenido de <http://lactosuero.com/wp-content/uploads/2019/01/Valorizacion-Lactosuero.pdf>
- Nicorescu, I. et al. (2009). Effect of dynamic heat treatment on the physical properties of whey protein foams. *Food Hydrocolloids*, 23(4), 1209-1219.
- Norma mexicana. (2012). *Alimentos – aceites y grasas vegetales o animales – determinación de ácidos grasos libres - método de prueba*. Obtenido de <http://aniame.com/mx/wp-content/uploads/Normatividad/CTNNIAGS/NMX-F-101-SCFI-2012.pdf>
- Panesar, et al. (2007). Bioutilisation of whey for lactic acid production. *Food Chemistry*, 105(1), 1-14.
- Parra. (2009). Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 62(1), 4967-4982. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v62n1/a21v62n1.pdf>
- Parra, M. (2017). Desarrollo de películas comestibles con incorporación de aceite esencial de anís mediante método de emulsificación. (*Tesis de pregrado*). Universidad Técnica

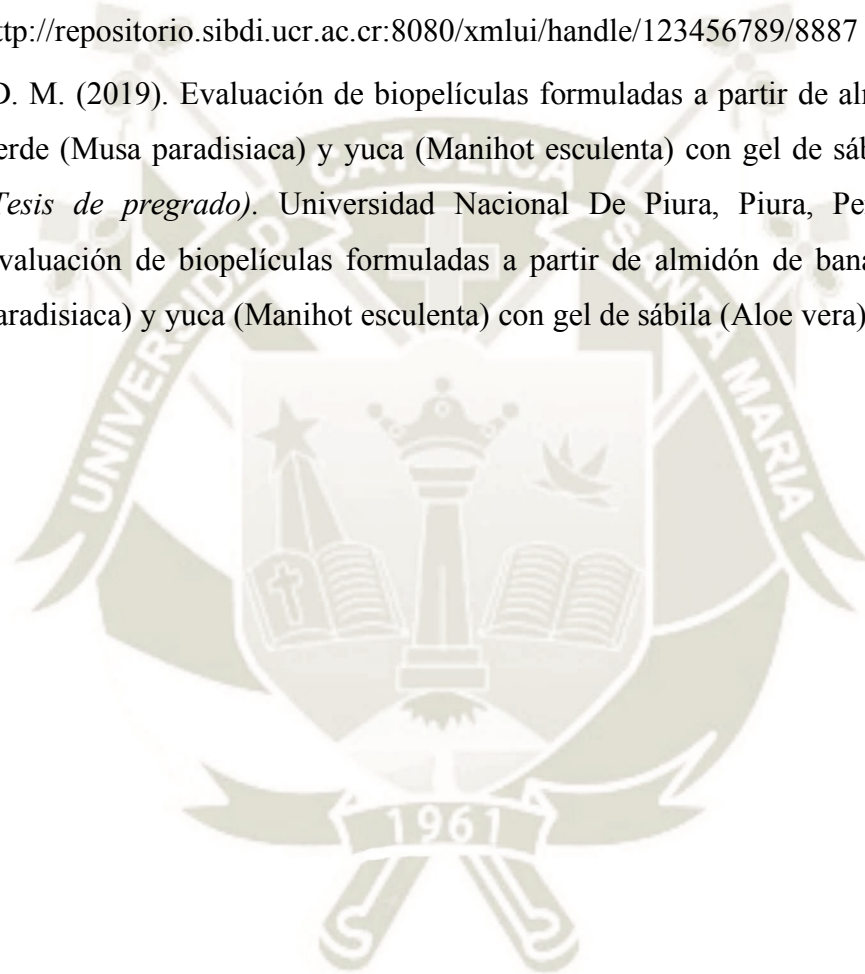
- Federico Santa María, Valparaíso. Obtenido de <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/23180/3560900231385UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Peralta, H. (2018). Recuperación de proteínas del suero de leche utilizando quitosán. (*Tesis de pregrado*). Universidad Nacional Autónoma De México, Cuautitlán Izcalli, Estado de México. Obtenido de https://www.academia.edu/38208209/Recuperación_de_las_prote%C3%ADnas_del_suero_de_leche_utilizando_quitosán
- Pérez, L., Soazo, M., David, M., Rubiolo, A., & Verdini, R. (2012). Actividad antimicrobiana de películas comestibles elaboradas a base de proteínas del lactosuero y glicerol incorporadas con sales orgánicas. *La Industria Cárnica Latinoamericana* (178), 56-61. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Leonardo_Perez4/publication/268808614_Actividad_antimicrobiana_de_películas_comestibles_elaboradas_a_base_de_proteínas_del_lactosuero_y_glicerol_incorporadas_con_sales_orgánicas/links/547722b80cf2778985b0a3db.pdf
- Pinto, D. (2019). Recubrimiento comestible a partir de harina de garbanzo (*cicer arietinum*), proteína de soja (*glycine maz*) y aceite esencial de orégano (*origanum vulgare*); y su aplicación en queso andino. (*Tesis para optar el Título Profesional de: Ingeniera de Industria Alimentaria*). Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú. Obtenido de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/3237>
- RM N° 615-2003 SA/DM. (2003). *Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano*. Obtenido de Digesa: http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Proy_RM615-2003.pdf
- Roque, B. C. (2014). Evaluación de los recubrimientos comestibles a base de mucilago de chía (*salvia hispanica* L.) sobre la conservación postcosecha de palta (*persea americana* mill.jv ariedad hass). (*Tesis de pregrado*). Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga, Ayacucho, Perú. Obtenido de http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/940/Tesis%20AI150_Rod.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sáez, A. (2017). Reducción del uso del Antifúngico Natamicina en la Elaboración del Queso Tipo Gauda. (*Tesis para optar al título de Ingeniero en Alimentos*). Universidad Austral

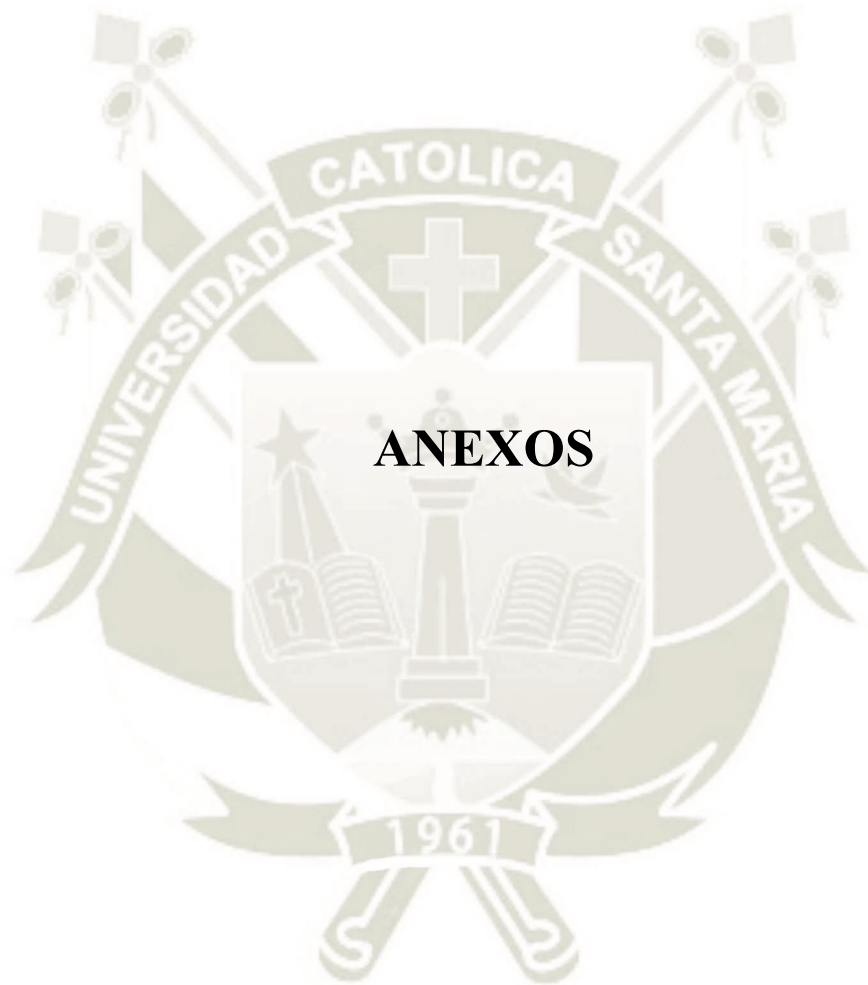
- de Chile, Valdivia, Chile. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2017/fas127r/doc/fas127r.pdf>
- Talavera, F., & Tovar, M. (2018). Obtención de un estabilizante a partir del mucílago del Nopal (Opuntia Ficus-Indica) y su evaluación en un viscosímetro capilar. (*tesis de pregrado*). Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú. Obtenido de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/8109>
- Talens, P. (2017). Determinación de la isoterma de sorción de agua un alimento. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10251/83506>
- Tharanathan. (2003). Biodegradable films and composite coatings: past, present and future. *Trends in Food Science and Technology*, 14(3), 71-78.
- Valderrama, N., Algecira, N., & Albaracín, W. (2016). Efecto del almacenamiento sobre las propiedades físicas de las películas de quitosano con inclusión de aceites esenciales de tomillo y romero. *Materia*, 21(1), 141-156. Obtenido de https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-70762016000100014
- Valderrama et al. (2016). Efecto del almacenamiento sobre las propiedades físicas de las películas de quitosano con inclusión de aceites esenciales de tomillo y romero. *Revista Materia*, 21(1), 141-156.
- Valerio, D. (2018). Caracterización social y comercial de los sistemas ovinos y caprinos de la región Noroeste de República Dominicana. *Interciencia*, 34, 8.
- Vallejo, J. (2020). Influencia del ordeño en el recuento de células somáticas sobre la calidad del queso andino en la organización Inti Churi. (*Tesis de pregrado*). Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/3629/3/TESIS%20JUAN%20VALLEJO.pdf>
- Vázquez, F., Villegas, G., & Mosqueda, P. (2010). Precipitación de proteínas lactoséricas en función de la acidez, temperatura y tiempo, de suero producido en Comonfort, Guanajuato, México. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(2), 157-169. Obtenido de <http://oaji.net/articles/2017/4924-1495306132.pdf>
- Veisseryre, R. (2002). *Lactología Técnica. Composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche*. Zaragoza: Editorial Acribia.
- Villareal, B. (2017). Desarrollo en planta piloto de una bebida de lacto suero y fruta natural para adultos mayores. (*Tesis de posgrado*). UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE

BARCELONA, Barcelona, España. Obtenido de
[https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/457960/bva1de1.pdf?sequence=1
&isAllowed=y](https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/457960/bva1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Viquez, M. (2016). Elaboración de una película biodegradable para el recubrimiento de alimentos a partir de proteína de suero lácteo. (*Tesis para optar pues el grado de licenciatura en ingeniería química*). Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San José, Costa Rica. Obtenido de
<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/xmlui/handle/123456789/8887>

Zapata, D. M. (2019). Evaluación de biopelículas formuladas a partir de almidón de banano verde (*Musa paradisiaca*) y yuca (*Manihot esculenta*) con gel de sábila (*Aloe vera*) . (*Tesis de pregrado*). Universidad Nacional De Piura, Piura, Perú. Obtenido de Evaluación de biopelículas formuladas a partir de almidón de banano verde (*Musa paradisiaca*) y yuca (*Manihot esculenta*) con gel de sábila (*Aloe vera*). PERÚ. 2019.





ANEXO N° 1: FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO FINAL

FICHA TÉCNICA	
NOMBRE DEL PRODUCTO	Recubrimiento comestible a base de proteína de suero lácteo.
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	Recubrimiento comestible líquido elaborado a partir de proteínas, plastificantes, polisacáridos y antifúngicos, todos de origen natural que permiten evitar la pérdida de peso durante o después del proceso de maduración del queso andino, así como también el crecimiento de mohos, sin afectar las características sensoriales del producto.
COMPOSICIÓN DEL PRODUCTO	El producto es formulado en base a agua, concentrado de proteína de suero lácteo, glicerol, goma xanthan y natamicina.
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	pH: 6.54 % Acidez (Ácido láctico): 0.09% Densidad a 15 °C: 0.9431 g/cc
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	Recuento de Mohos: <10 ufc/g Recuento de Levaduras: <10 ufc/g
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS	Textura: líquida Color: blanco Olor: característico a suero de leche Sabor: característico a suero de leche
APLICACIONES	Su aplicación se realiza en quesos durante y/o después de su maduración para reducir la pérdida de peso y evitar el crecimiento de mohos.
PRESENTACIÓN	Garrafas de 5 L.
MODO DE EMPLEO	Se recomienda aplicar dos capas del producto y por el método de barnizado para una mejor cobertura.
LUGAR DE ELABORACIÓN	Producto elaborado en la Planta de Procesamiento Lácteos UmMel E.I.R.L.
ALMACENAMIENTO	En refrigeración a 4 °C, alejado de la luz y en un lugar ventilado.

ANEXO N° 2: MÉTODOS DE ANÁLISIS PARA ALIMENTOS

Métodos de análisis para la formulación del recubrimiento comestible

Grosor

Según la metodología empleada por Javanmard (2009), el espesor de la película se mide con un Calibre Micrómetro con una sensibilidad de 0.01 mm, en cinco posiciones aleatorias de la película.

Índice de hinchamiento

De acuerdo a la metodología empleada por Valderrama *et al.* las películas se cortan en cuadrados de 2.5 cm², se pesan y luego se sumerge en agua durante 10 minutos. Posteriormente, se elimina el exceso de agua en la superficie de las películas con papel filtro y se pesa cada muestra (Valderrama *et al.*, 2016).

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

Permeabilidad al vapor de agua

Según la norma ASTM E96M/E96-05 con ciertas modificaciones, se empleará el método desecante, el cual utiliza sílica gel previamente activada a 200 °C por 4 horas. Posterior a ello, se llenan los tubos de ensayo con desecante hasta ¼ pulgada (6mm) antes del borde. Las películas se cortan en cuadrados de 2.5 cm² para cada muestra, luego se coloca en la boca del tubo y se sella herméticamente con bandas de hule, los espacios sobrantes de la película se sellarán con papel aluminio y un pedazo de cinta scotch para ser ajustado y evitando así el paso de la luz. Una vez sellados los tubos, serán pesados y colocados en un desecador equilibrado con un ambiente de una HR 75% que se obtiene colocando una solución saturada de Cloruro de sodio (NaCl) y una temperatura de 25 a 30 °C. Se esperó 1 hora hasta que las muestras lleguen al equilibrio. Los pesos se registran 6 veces durante las 24 horas de almacenamiento (Zapata, 2019).

$$WVT = \frac{dm}{dt} * \frac{1}{a}$$

Donde:

WVT : índice de transferencia al vapor de agua o coeficiente de transmisión de vapor de agua.

dm/dt : diferencia de masa a través del tiempo.

A : área de la película expuesta (m²).

$$\text{Permeanza} = \frac{WVT}{S * (R1 - R2)}$$

Donde:

S : presión de vapor de saturación a la temperatura experimental (Pa)

R1 : humedad relativa de la cámara, en fracción.

R2 : humedad relativa interna del tubo de prueba, en fracción.

$$WVP = P * G$$

Donde:

WVP : permeabilidad al vapor de agua (g.mm/h.Pa.m²).

P : permeanza (g/h.Pa.m²).

G : grosor (mm).

Solubilidad en agua

De acuerdo a la técnica empleada por Anchundia *et al.* con ligeras modificaciones, las películas de 2 x 2 cm se secan a 100 °C por 6 horas hasta obtener peso constante (peso inicial). Cada muestra se coloca en un vaso de precipitado que contiene 50 ml de agua destilada y se agita por medio de un agitador orbital a temperatura ambiente durante 24 horas. La película remanente (sin disolver), se coloca en una estufa a 100 °C durante 24 horas luego de la cual se determina su peso (peso final) (Anchundia et al, 2016).

$$\% \text{ Solubilidad} = \frac{PI - PF}{PI} * 100$$

Donde:

PI : peso inicial de la película (g)

PF : peso final del material seco que no se solubilizó (g)

Medida de opacidad

Según la metodología empleada por Galus y Kadzińska (2016) se corta rectángulos de la película y se coloca en la celda del espectrofotómetro, usando una celda vacía como control. La banda de longitud de onda de barrido de luz visible fue de 500 nm, la opacidad de las películas fueron calculadas por la siguiente ecuación:

$$Opacidad = \frac{A_{500\text{ nm}}}{T}$$

Donde:

$A_{500\text{ nm}}$: absorbancia a 500 nm

T : espesor de la película (mm)

Métodos de análisis para la aplicación del recubrimiento comestible

%Pérdida de peso

Se pesará las muestras de queso andino con una balanza analítica de alta precisión (0.0001 g) desde el día 0 hasta los 10 días de almacenamiento y se registrará los datos. Se calculará el %pérdida de peso con la siguiente fórmula, obtenida de Pinto (2019).

$$\% \text{ Pérdida de peso} = 100 - \frac{(\text{peso día } x) * 100}{\text{peso inicial}}$$

Actividad de agua por el método de interpolación gráfica

Para la determinación de la actividad de agua (A_w), se aplicará el método recomendado por el proyecto COST 90, donde se pesa el recipiente y muestra-recipiente antes de dejar equilibrar con la atmósfera producida por una solución salina saturada con A_w conocida en un recipiente cerrado herméticamente. Durante el estudio se deberá controlar el peso de la muestra después de 24 horas de equilibrio. Luego se construye el gráfico de ganancia o pérdida de agua (peso vs. A_w de soluciones salinas saturadas), con el fin de obtener la A_w de la muestra González, Porras, Agudelo, Quintero & Diosa, (2014).

Curvas Isotérmicas de desorción por el método estático

Según el método empleado por Talens (2017), se coloca una solución saturada de una sal con A_w conocida en un recipiente cerrado, el espacio libre sobre la solución crea un ambiente cuya humedad relativa de equilibrio, a una temperatura determinada, será exactamente la A_w de la sal a esa misma temperatura. La muestra se coloca en el interior, donde irá ganando o perdiendo agua hasta quedar en equilibrio con el ambiente (peso constante). El mismo procedimiento realizado con diferentes sales, de diferente A_w , puede permitir obtener la isoterma completa del producto. Se construirá la isoterma de desorción con la A_w de las soluciones salinas saturadas vs. la Humedad de equilibrio, esta última puede obtenerse experimentalmente o calcularse conociendo la humedad inicial de la muestra, así como los pesos iniciales y finales que tendrá cada muestra en la cámara hermética.

$$W_e = \frac{PI * X_{wi} + (PF - PI)}{PI * (1 - X_{wi})}$$

Donde:

- W_e : humedad en el equilibrio
 PI : peso inicial de la muestra (g)
 PF : peso final de la muestra (g)
 X_{wi} : humedad inicial de la muestra en fracción

Contenido de ácidos grasos libres

Según la tabla 62 se determinará la cantidad de muestra en gramos, la cuál deberá ser secada, fundida y filtrada. Posteriormente se coloca en un matraz de Erlenmeyer de 300 ml, se le agregará tanto mililitros de alcohol etílico al 95% neutralizado (se añaden gotas de fenolftaleína como indicador y se neutraliza mediante hidróxido de potasio al 0.1 N hasta que la solución tome un color rosáceo) como lo indica la tabla 62; luego se deberá calentar hasta ebullición en un baño maría, después se agregará 4 gotas de fenolftaleína, se titula la mezcla con hidróxido de potasio al 0.1 N, agitando frecuentemente hasta que una coloración rosada persista durante 30 segundos (Norma mexicana, 2012).

Tabla 62. Cantidad de muestra a emplear para determinación de ácidos grasos libres

PORCENTAJE DE ÁCIDOS GRASOS LIBRES	MUESTRA EN GRAMOS	MILILITROS DE ALCOHOL	NORMALIDAD DE LA SOLUCIÓN
0,0 a 0,2	56,4 ± 0,2	50,0	0,1
0,2 a 1,0	28,2 ± 0,2	50,0	0,1
1,0 a 30,0	7,05 ± 0,05	75,0	0,25
30,0 a 50,0	7,05 ± 0,05	100,0	0,25 ó 1,0
50,0 a 100,0	3,525 ± 0,001	100,0	1,0

Fuente: Norma Mexicana NMX-F-101-SCFI-2012.

El porcentaje de ácidos grasos libres en la mayoría de grasas y aceites son calculados como ácido oleico y a menudo se expresa como Índice de Acidez, en vez de porcentaje de ácidos grasos libres. El Índice acidez se define como el número de miligramos de KOH necesario para neutralizar un gramo de muestra. Para convertir el porcentaje de ácidos grasos (como oleico) a índice de acidez, se multiplica el porcentaje de ácidos grasos por 1,99 (Norma mexicana, 2012).

$$\text{Ácidos Grasos Libres como Oleíco, en \%} = \frac{V * N * 28,2}{pm}$$

Donde:

- meq : es el miliequivalente químico del ácido grasos de referencia (Oleíco: 0,282).
- N : es la normalidad de la solución de hidróxido de potasio.
- V : es el gasto de la solución de hidróxido de potasio en mililitros.
- pm : es la masa de la muestra en gramos.

ANEXO N° 3: CARTILLA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas
Escuela Profesional de Ingeniería de Industria Alimentaria

CARTILLA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Información

Usted ha recibido cuatro muestras de queso andino con recubrimiento comestible a base de suero lácteo, de las cuales una de ellas (la primera de la izquierda es el producto patrón) se encuentra sin recubrimiento comestible.

Pruebe las muestras de izquierda a derecha e indique el puntaje según la escala verbal presentada en que nivel le gusta o disgusta el producto en cuanto a adherencia, apariencia, sabor, color y olor.

Por favor indique en observaciones la razón de su actitud.

CRITERIO	PUNTAJE
Me gusta mucho	7
Me gusta moderadamente	6
Me gusta poco	5
No me gusta ni me disgusta	4
Me disgusta poco	3
Me disgusta moderadamente	2
Me disgusta mucho	1

Completar el siguiente cuadro:

CARACTERÍSTICAS	MUESTRAS			

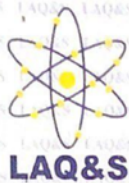
Adherencia				
Apariencia				
Sabor				
Color				
Olor				

Observaciones:

Apellidos y Nombres del evaluador

Fecha

ANEXO N° 4: INFORMES DE ANÁLISIS DE LABORATORIO



LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS & SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD: ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS;
ANÁLISIS DE AGUAS: POTABLE, SUPERFICIALES, CALDEROS, EFLUENTES INDUSTRIALES, RIEGO
ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS, PLANTAS, ANÁLISIS DE FERTILIZANTES Y ABONOS

INFORME DE ENSAYO N° 012 – 10 – VAR. – 2020

I- INFORMACIÓN PRELIMINAR

SOLICITANTE : ANA MARÍA ANTUANET CHOQUE SALINAS
PRODUCTO : SUERO LÁCTEO
ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO: pH, Acidez, Densidad,
y Análisis Químico Proximal.
PRESENTACIÓN : 01 Botella de vidrio con 500 ml. de muestra aproximado
CODIGO REG. LABORATORIO : M-1 = 123
FECHA DE RECEPCION : 14 de Octubre del 2020
PERIODO DE CUSTODIA : 08 días
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS : 19 de Octubre del 2020

II- RESULTADO DEL pH, ACIDEZ Y DENSIDAD EN EL SUERO LÁCTEO

DETERMINACIÓN	Expresión de los Resultados	RESULTADO
		M-1
		123
pH	U.U.	6.49
Acidez exp como Ácido Láctico	%	0.16
Densidad	gr/cm ³	1.01837

Abreviatura
U.U. = Unidades Universales
% = Porcentaje
gr/cm³ = gramos por centímetro cúbico

III- RESULTADO DEL ANALISIS QUÍMICO PROXIMAL EN EL SUERO LÁCTEO

DETERMINACION	Expresión de los Resultados	RESULTADO
		M-1
		123
Humedad	%	93.38
Cenizas	%	0.52
Proteína Total N x 6.38*	%	1.15
Grasa	%	0.36
Carbohidratos	%	4.59
Energía Total	exp en Kcal	26.2

Abreviaturas
% = Porcentaje
N = Nitrogeno x 6.38* = factor de conversión de Nitrogeno a Proteína
Kcal = Kilocalorías

METODOLOGIA

pH: Método Electrométrico
Acidez: Ensayo de Acidez NTP 202 009. Agosto 1981
Densidad: Método Gravimétrico
Humedad: Método Gravimétrico. Secado en estufa a 105 °C
Cenizas: Método Gravimétrico. Calcinado en Mufla a 550 °C
Proteína Total: NTP 202 119. Leche y Productos Lácteos. Determinación de Nitrogeno Total en Leche. Método Kjeldahl
Grasa: Método Gravimétrico de Extracción con Éter de Petróleo
Carbohidratos: Diferencia
Energía Total: Cálculo

Lic. Quím. Victoria Frislancho Motta
C.Q.P. 270



PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME
EL PRESENTE INFORME, SOLO ES VALIDO PARA LA MUESTRA DE LA REFERENCIA



PROCESOS, CONTROLES E INSPECCIONES PERÚ S.A.C.

INFORME DE ENSAYO N° IE0055 - 2020

Cliente : Ana María Choque Salinas
 Dirección : Urb. Santa María II Mz F, Lote 3
 Producto Declarado : Suero de leche
 Código / Marca del Producto : M-1
 Cantidad de Muestra recepcionada : 200 ml. Aprox.
 Presentación : Frasco de vidrio estéril.
 Procedencia de Producto : No Especifica.
 Fecha de Producción : 14 / Octubre / 2020
 Fecha de Vencimiento : 28 / Octubre / 2020
 Muestreado por : El Cliente.
 Acta de Muestreo N° : No Aplica.
 Lugar de Muestreo : No Especifica.
 Punto de Muestreo : No Especifica.
 Norma de Muestreo : No Especifica.
 Fecha y Hora de Muestreo : No Especifica.
 Fecha de Ingreso de la Muestra : 16 / Octubre / 2020
 Condiciones de Recepción de la Muestra : Refrigerado.
 Fecha de inicio de Análisis : 19 / Octubre / 2020
 Fecha de término de Análisis : 24 / Octubre / 2020

Arequipa, 26 de Octubre del 2020


 Karen Zapana Pelaez
 Analista de Laboratorio
 PROCEIN PERÚ S.A.C.



Página 1 de 2

INF-F-001 01-01-20 Ed.: 04

Este informe no podrá ser reproducido sin autorización de Procein Perú S.A.C.
 Cualquier modificación, borrón o enmienda anula el presente Informe de Ensayo.
 Los resultados presentados corresponden solo a la muestra indicada

Edificio El Lirio Nro S/N Dpto. A-1 Urb. El Lago
 Arequipa - Arequipa- Arequipa

Telefono: (054) 270499
 email: proceinsperu@yahoo.es



PROCESOS, CONTROLES E INSPECCIONES PERÚ S.A.C.

INFORME DE ENSAYO N° IE0055 - 2020

Análisis Microbiológico

Código de Laboratorio	Producto declarado	Recuento de aerobios Mesófilos viables ufc/g	Recuento de Coliformes Totales NMP/g
L0045-20	M - 1 Suero de leche.	47 x 10 ⁷	11 x 10 ³

Abreviaturas:

UFC/g: =Unidades Formadoras de Colonia por gramo de muestra.
NMP/g= Numero Más Probable por gramo de muestra.

Métodos:

- Recuento de Aerobios Mesófilos : ICMSF 1983 Método 1 Pág. 120-124. (Reimpresión 2000) Recuento Estándar en placa, recuento en placa por siembra en todo el medio o recuento de placa de microorganismos aerobios.
- Numeración de Coliformes totales : ICMSF 1982 (Reimpresión 2000). Recuento de Coliformes: Técnica del Numero mas Probable (NMP). Método 1 Pág. 132-134

INF-F-001 01-01-20 Ed.: 04

Página 2 de 2

*Este informe no podrá ser reproducido sin autorización de Procein Perú S.A.C.
Cualquier modificación, borrón o enmienda anula el presente Informe de Ensayo.
Los resultados presentados corresponden solo a la muestra indicada*

Edificio El Lirio Nro S/N Dpto. A-1 Urb. El Lago
Arequipa - Arequipa - Arequipa

Telefono: (054) 270499
email: proceinsperu@yahoo.es



LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS & SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD: ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS;
ANÁLISIS DE AGUAS: POTABLE, SUPERFICIALES, CALDEROS, EFLUENTES INDUSTRIALES, RIEGO
ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS, PLANTAS, ANÁLISIS DE FERTILIZANTES Y ABONOS

INFORME DE ENSAYO N° 013 – 10 – VAR. – 2020

I.- INFORMACIÓN PRELIMINAR

SOLICITANTE : ANA MARÍA ANTUANET CHOQUE SALINAS
PRODUCTO : CONCENTRADO DE PROTEÍNA DE SUERO
ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO: Proteína Total
PRESENTACIÓN : 09 bolsas de plástico tipo ziploc.
CODIGO REG. LABORATORIO : M-1 = 124; M-2 = 125; M-3 = 126; M-4 = 127; M-5 = 128; M-6 = 129
M-6 = 129; M-7 = 130; M-8 = 131; M-9 = 132
FECHA DE RECEPCION : 14 de Octubre del 2020
PERIODO DE CUSTODIA : 08 días
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS : 23 de Octubre del 2020

II.- RESULTADOS DEL ANALISIS DE PROTEÍNA TOTAL EN EL CONCENTRADO DE PROTEÍNA DE SUERO

DETERMINACIÓN	Expresión de Resultados	RESULTADO M-1 124 pH 4.0 – R1	RESULTADO M-2 125 pH 4.0 – R2	RESULTADO M-3 126 pH 4.0 – R3	RESULTADO M-4 127 pH 4.5 – R2
Proteína Total N x 6.38*	%	49.31	37.06	50.17	51.45

Abreviaturas
6.38* = factor de conversión de Nitrógeno a Proteína
N = Nitrógeno
% = Porcentaje

DETERMINACIÓN	Expresión de Resultados	RESULTADO M-5 128 pH 4.5 – R3	RESULTADO M-6 129 pH 5.0 – R1	RESULTADO M-7 130 pH 5.0 – R2	RESULTADO M-8 131 pH 5.0 – R3
Proteína Total N x 6.38*	%	54.27	45.33	47.44	48.71

Abreviaturas
6.38* = factor de conversión de Nitrógeno a Proteína
N = Nitrógeno
% = Porcentaje

DETERMINACIÓN	Expresión de Resultados	RESULTADO M-9 132 pH 4.5 – R1
Proteína Total N x 6.38*	%	48.41

Abreviaturas
6.38* = factor de conversión de Nitrógeno a Proteína
N = Nitrógeno
% = Porcentaje

METODOLOGIA

Proteína Total: NTP 202.119. Leche y Productos Lácteos. Determinación de Nitrógeno Total en Leche, Método Kjeldahl Método Kjeldahl

Victoria Frisancho Motta
Lic. Quím. Victoria Frisancho Motta
C.Q.P. 270

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME
EL PRESENTE INFORME, SOLO ES VALIDO PARA LA MUESTRA DE LA REFERENCIA



Pág. 1 de 1

OF. PRINCIPAL: SOR ANA DE LOS ÁNGELES D-207 TELF.: 054 401288 • CEL.: 959458551 - 953433351 • E-MAIL: lab_laquis@hotmail.com
PARTE POSTERIOR COLEGIO NEPTALI VALDERRAMA AMPUERO (PLAYA DE ESTACIONAMIENTO) - PAUCARPATA
www.laboratoriolaquis.com
AREQUIPA - PERU

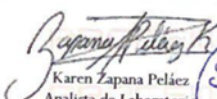


PROCESOS, CONTROLES E INSPECCIONES PERÚ S.A.C.

INFORME DE ENSAYO N° IE0060 - 2020

Cliente : Ana María Antuanet Choque Salinas
 Dirección : Urb. Santa María II Mz F, Lote 3
 Producto Declarado : Recubrimiento comestible de proteínas de suero de leche
 Código /Marca del Producto : M-1
 Cantidad de Muestra recepcionada : 100 ml. Aprox.
 Presentación : Frasco de vidrio estéril.
 Procedencia de Producto : No Especifica.
 Fecha de Producción : 16 / Noviembre / 2020
 Fecha de Vencimiento : No Especifica.
 Muestreado por : El Cliente.
 Acta de Muestreo N° : No Aplica.
 Lugar de Muestreo : No Especifica.
 Punto de Muestreo : No Especifica.
 Norma de Muestreo : No Especifica.
 Fecha y Hora de Muestreo : No Especifica.
 Fecha de Ingreso de la Muestra : 16 / Noviembre / 2020
 Condiciones de Recepción de la Muestra : A temperatura Ambiente.
 Fecha de inicio de Análisis : 16 / Noviembre / 2020
 Fecha de término de Análisis : 25 / Noviembre / 2020

Arequipa, 25 de Noviembre del 2020


 Karen Zapana Peláez
 Analista de Laboratorio
 PROCEIN PERÚ S.A.C.



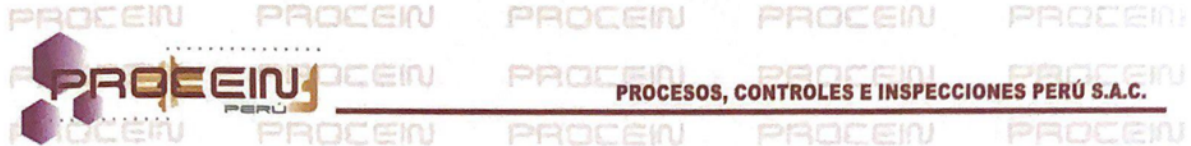
INF-F-001 01-01-20 Ed.: 04

Página 1 de 2

Este informe no podrá ser reproducido sin autorización de Procein Perú S.A.C.
 Cualquier modificación, borrón o enmienda anula el presente Informe de Ensayo.
 Los resultados presentados corresponden solo a la muestra indicada

Edificio El Lirio Nro S/N Dpto. A-1 Urb. El Lago
 Arequipa - Arequipa- Arequipa

Telefono: (054) 270499
 email: proceinsperu@yahoo.es



PROCESOS, CONTROLES E INSPECCIONES PERÚ S.A.C.

INFORME DE ENSAYO N° IE0060 - 2020

Análisis Microbiológico

Código de Laboratorio	Producto declarado	Recuento de Mohos ufc/g	Recuento de Levaduras ufc/g
L0051-20	M 1 Recubrimiento comestible de proteínas de suero de leche.	<10	<10

Abreviaturas:

UFC/g: =Unidades Formadoras de Colonia por gramo de muestra.

Métodos:

Recuento de Mohos y Levaduras : ICMSF Vol I 2da Ed. Parte II Mét. 1 Pág. 166-167 Reimp 2000. Edit. Acibia Año 1983, Rev. 2000.

INF-F-001 01-01-20 Ed.: 04

Página 2 de 2

*Este informe no podrá ser reproducido sin autorización de Procein Perú S.A.C.
Cualquier modificación, borrón o enmienda anula el presente Informe de Ensayo.
Los resultados presentados corresponden solo a la muestra indicada*

Edificio El Lirio Nro S/N Dpto. A-1 Urb. El Lago
Arequipa - Arequipa- Arequipa

Telefono: (054) 270499
email: proceinsperu@yahoo.es



PROCESOS, CONTROLES E INSPECCIONES PERÚ S.A.C.

INFORME DE ENSAYO N° IE0067 - 2020

Análisis Microbiológico

Código de Laboratorio	Producto declarado	Recuento de Mohos ufc/g
L0057-20	M-0 Queso andino sin recubrimiento	10 x 10
L0058-20	M-1 Queso andino con recubrimiento.	10 x 10
L0059-20	M-2 Queso andino con recubrimiento.	<10
L0060-20	M-3 Queso andino con recubrimiento.	<10

Abreviaturas:

UFC/g: = Unidades Formadoras de Colonia por gramo de muestra.

Métodos:

Recuento de Mohos y Levaduras : ICMSF Vol I 2da Ed. Parte II Mét. 1 Pág. 166-167 Reimp 2000. Edit. Acabia Año 1983, Rev. 2000.

INF-F-001 01-01-20 Ed.: 04

Página 2 de 2

*Este informe no podrá ser reproducido sin autorización de Procein Perú S.A.C.
Cualquier modificación, borrón o enmienda anula el presente Informe de Ensayo.
Los resultados presentados corresponden solo a la muestra indicada*

Edificio El Lirio Nro S/N Dpto. A-1 Urb. El Lago
Arequipa - Arequipa - Arequipa

Telefono: (054) 270499
email: proceinsperu@yahoo.es

ANEXO N^o 5: FOTOS

Insumos, reactivos y equipos utilizados para la obtención de concentrado de proteína de suero y elaboración del recubrimiento comestible

Hidróxido de sodio



Ácido láctico



Glicerol



Agua destilada



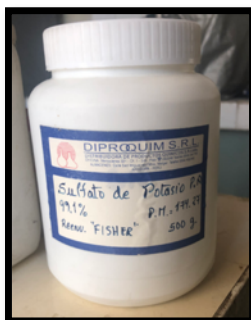
Goma Xanthan



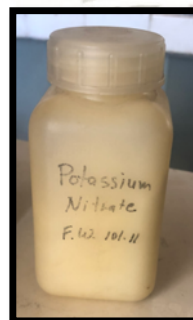
Natamicina



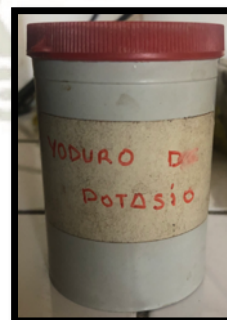
Sulfato de potasio



Nitrato de potasio



Yoduro de potasio



Cloruro de potasio



Potenciómetro



Cocina eléctrica



Balanza analítica



Homogeneizador



Estufa de inmersión



Espectrofotómetro



Micrómetro



Obtención del concentrado de proteína de suero y elaboración del recubrimiento comestible

Recepción y pH del suero lácteo dulce



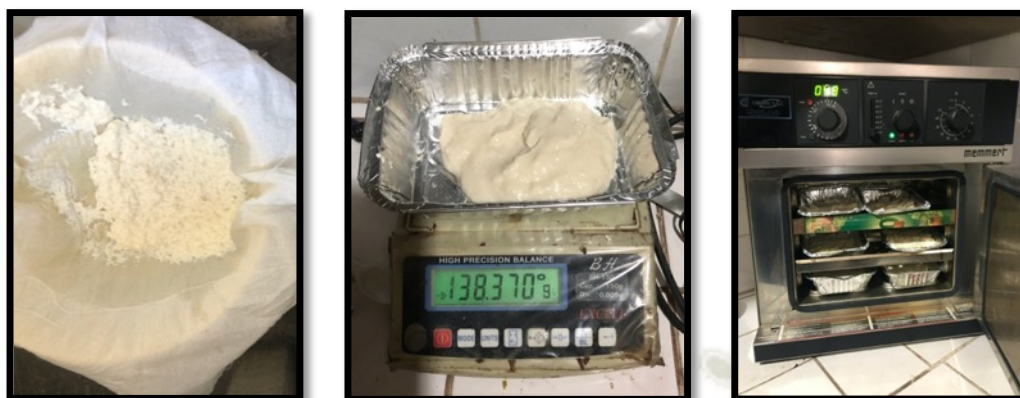
Filtrado y calentamiento del suero



Neutralización, desnaturalización y precipitación de la proteína de suero






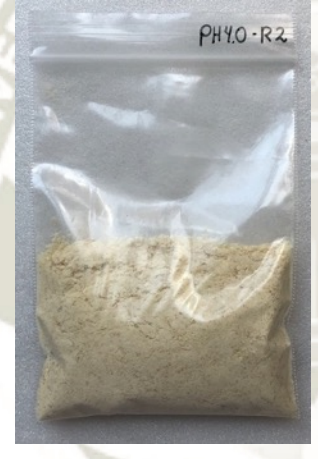


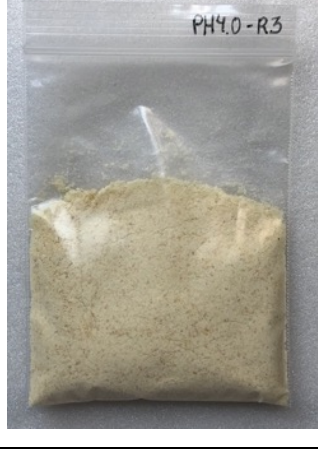


Filtrado, pesado y secado de las muestras de concentrado de proteína de suero



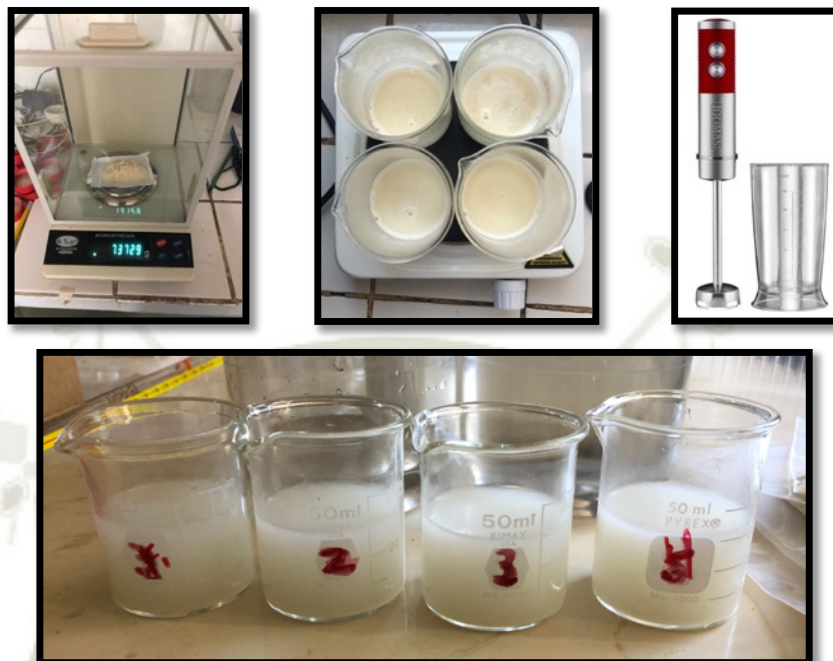
Experimento 1: Recuperación de las seroproteínas (antes del secado)

Repeticiones	pH		
	4.0	4.5	5.0
1			
2			
3			

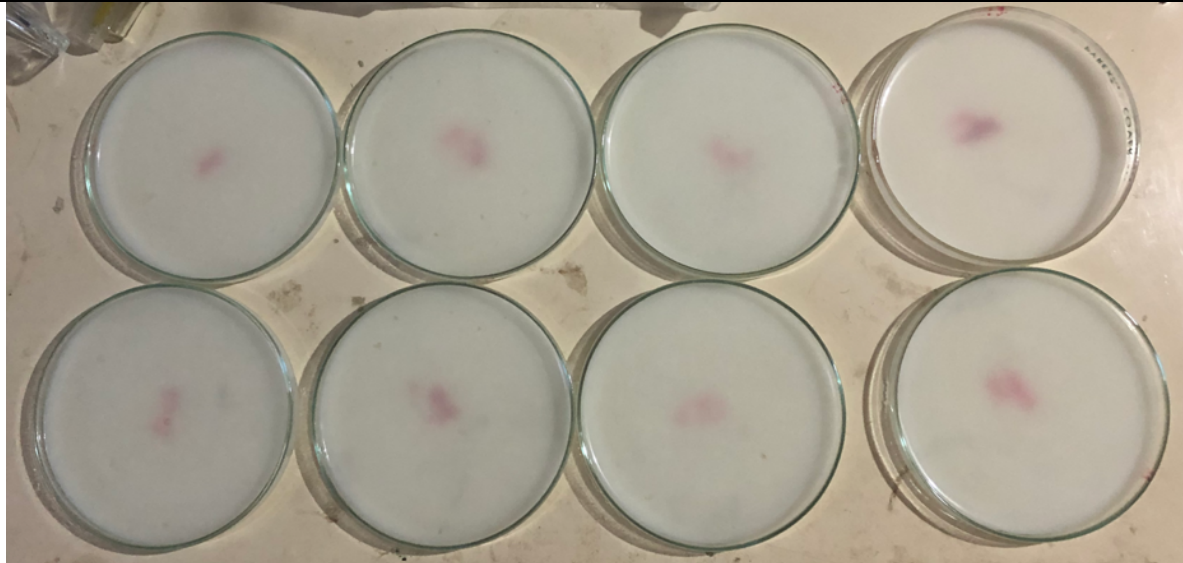
Concentrado de proteína de suero (seco y molido)

Repeticiones	pH		
	4.0	4.5	5.0
1			
2			
3			

Pesado, calentamiento y homogeneizado para la formulación de recubrimiento comestible



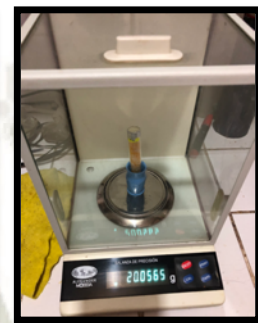
Experimento 2: película comestible (antes del secado)

Formulación del recubrimiento comestible			
P₁		P₂	
G₁	G₂	G₁	G₂
			

Película comestible (después del secado)



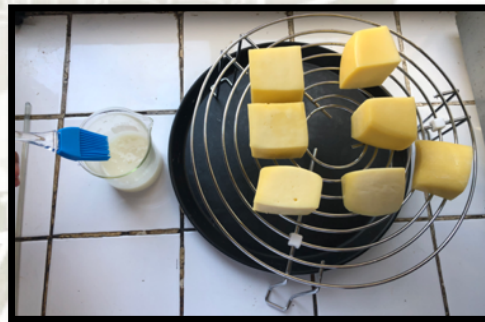
Permeabilidad al vapor de agua



Recubrimiento comestible



Aplicación del recubrimiento comestible



Experimento 3: Aplicación del Recubrimiento Comestible

Aplicación del recubrimiento comestible en queso andino madurado			
C₀	C₁	C₂	C₃

Almacenamiento de las muestras de queso andino con recubrimiento



Determinación de actividad de agua en cámaras con soluciones salinas saturadas



Evaluación sensorial de los quesos andinos madurados



Planta de Procesamiento lácteos UmMel E.I.R.L.

