

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias



T E S I S

**EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL QUESILLO ENVASADO AL
VACÍO USANDO TRES TIPOS DE EMPAQUES**

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Presentado por el Bachiller:

JUAN CARLOS BARDALES CUEVA

Asesor:

Ing. M.Sc. FANNY LUCILA RIMARACHÍN CHÁVEZ


CAJAMARCA – PERÚ

2026

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
Juan Carlos Bardales Cueva
DNI: N° 80629150
Escuela Profesional/Unidad UNC:
INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
2. Asesor:
Ing. M. Sc. Fanny Lucila Rimarachín Chávez
Facultad/Unidad UNC:
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
**"EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL QUESILLO ENVASADO AL VACÍO
USANDO TRES TIPOS DE EMPAQUES"**
6. Fecha de evaluación: 26/04/2026
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 21%
9. Código Documento: oid::: 3117:583399621
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O
DESAPROBADO

Fecha Emisión: 30/04/2026

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>

.....
<i>Ing. M. Sc. Fanny Lucila Rimarachín Chávez</i>
<i>Dni: 40028465</i>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los once días del mes de marzo del año dos mil veintiséis, se reunieron en el ambiente 2H - 204 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 058-2026-FCA-UNC, de fecha 12 de enero del 2026**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: "**EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL QUESILLO ENVASADO AL VACÍO USANDO TRES TIPOS DE EMPAQUES**", realizada por el Bachiller **JUAN CARLOS BARDALES CUEVA** para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**.

A las nueve horas y cinco minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de dieciséis (16); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**.

A las nueve horas y cincuenta minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Dr. Jimmy Frank Oblitas Cruz
PRESIDENTE

Ing. Mtr. Max Edwin Sangay Terrones
SECRETARIO

Dr. José Gerardo Salhuana Granados
VOCAL

Ing. M. Sc. Fahny Lucila Rimarachin Chávez
ASESORA

DEDICATORIA

A Nataly Danaé Bardales, Fabiana Yisell Bardales y Mateo Valentino Bardales, mis hijos quienes son la fuerza y motivo para seguir adelante y demostrarles que los objetivos en la vida se cumplen en base al esfuerzo y compromiso de uno mismo.

A mi hermana Sandy Mireya Saldaña Cerna quien me demostró su apoyo incondicional.

A mi pareja Sara Raquel Raico quien me brindó su confianza y apoyo espiritual para cumplir con este logro profesional y sus padres quienes me acompañaron en esta travesía para el desarrollo del capítulo de mi tesis.

Y finalmente también quiero dedicar este trabajo a mis familiares, amigos y docentes por las fuerzas y deseos para cumplir con este logro profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser el que guía en mi camino todos los días de mi vida y permitirme desarrollar este trabajo, sé que mi fé hacia él me empujó a terminar mi tesis.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias y a todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias por las enseñanzas y los conocimientos brindados.

A mi asesora la Ing. M.Sc. Fanny Lucila Rimarachín por la confianza y apoyo para este logro profesional.

Agradezco a mis tíos quienes siempre me insistieron para cumplir y culminar con este objetivo de ser un profesional titulado.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción del Problema	1
1.2. Formulación del problema.....	2
1.3. Justificación del estudio	2
1.4. Objetivos	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Antecedentes de la investigación	4
2.2 Bases Teóricas	9
2.3 Definición de términos básicos.....	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1. Localización de la investigación	20
3.2. Materiales	20
3.3. Metodología.....	23
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32

4.1.1. Evaluación de la acidez del quesillo envasado en bolsas de polietileno con diferente espesor.....	32
4.1.2. Evaluación de la humedad del quesillo envasado en bolsas de polietileno con diferente espesor.....	39
4.1.3. Evaluación del pH del quesillo envasado en bolsas de polietileno con diferente espesor.....	45
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	48
5.1 Conclusiones.....	48
5.2 Recomendaciones	49
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
VII. ANEXOS	56

INDICE DE TABLAS

Tabla 1_Arreglo de los tratamientos.....	24
Tabla 2_Acidez del queso envasado en diferentes bolsas de polietileno.....	34
Tabla 3_Análisis de varianza para la variable Acidez del queso envasado en diferentes bolsas de polietileno.	37
Tabla 4_Humedad del queso envasado en diferentes bolsas de polietileno.....	41
Tabla 5_Análisis de Varianza para Humedad % del queso envasado en diferentes bolsas de polietileno.	42
Tabla 6_pH del queso envasado en diferentes bolsas de polietileno.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de Universidad Nacional de Cajamarca.....	20
Figura 2. Flujograma de Proceso para Elaboración de Quesillo	26
Figura 3. Efectos principales para la acidez del queso.	38
Figura 4. Efectos principales para la humedad	44

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	. Panel fotográfico	56
Anexo 2	. Ficha técnica de bolsa de polietileno 55 micras	59
Anexo 3	. Ficha técnica de bolsa de polietileno 70 micras	62
Anexo 4	. Ficha técnica de bolsa de polietileno 100 micras	65
Anexo 5	. Tabla 3: Análisis de varianza para la variable Acidez del quesillo en diferentes bolsas de polietileno.....	68
Anexo 6	. Tabla 5: Análisis de Varianza para Humedad % del quesillo envasado en diferentes bolsas de polietileno.....	69

RESUMEN

El presente estudio de investigación se desarrolló en la Universidad Nacional de Cajamarca, el cual tiene la finalidad de evaluar las características fisicoquímicas del queso envasado al vacío usando tres tipos de empaques de polietileno durante el almacenamiento; donde se estableció tres presiones de vacío (0.06, 0.07 y 0.08 MPa) y tres espesores de los envases (55, 70 y 100 micras). Se determinaron la humedad (método NMX-F-099-1970), acidez titulable (AOAC, 1990) y pH mediante medición directa en un período de 21 días. La metodología del presente trabajo fue experimental; el método estadístico corresponde a un diseño estadístico DCA con arreglo factorial 3^3 , con un total de 27 corridas; se realizó un ANOVA para las variables en estudio acidez, humedad y pH. Los resultados reportaron valores de acidez entre 0.018 % y 0.090 %, humedad entre 41.49 % y 54.64 %, y pH entre 6 y 5, rangos que se asemejan al de los quesos frescos. El análisis estadístico presenta que el tiempo de almacenamiento fue el principal factor responsable de las variaciones fisicoquímicas. Finalmente se logró concluir que el espesor de las bolsas de polietileno y las presiones de vacío utilizadas no produjo efectos estadísticamente significativos ($p > 0.05$) sobre las características fisicoquímicas del queso. El valor más alto de acidez (0.090 %) se presentó a 0.08 MPa. El mayor valor de humedad (54.64 %) se encontró en las muestras envasadas con una presión de 0.08 MPa.

Palabras clave: Quesillo, características fisicoquímicas, envasado al vacío, pH, humedad y acidez.

ABSTRACT

The present research study was conducted at the National University of Cajamarca, with the aim of evaluating the physicochemical characteristics of vacuum-packed quesillo using three types of polyethylene packaging during storage. Three vacuum pressures (0.06, 0.07, and 0.08 MPa) and three packaging thicknesses (55, 70, and 100 microns) were established. Moisture content (NMX-F-099-1970 method), titratable acidity (AOAC, 1990), and pH were determined through direct measurement over a period of 21 days. The methodology of this study was experimental; the statistical method corresponded to a completely randomized design DCA with a 3³ factorial arrangement, totaling 27 runs. An ANOVA was performed for the variables under study: acidity, moisture, and pH. The results reported acidity values between 0.018% and 0.090%, moisture between 41.49% and 54.64%, and pH between 6 and 5, ranges similar to those of fresh cheeses. Statistical analysis showed that storage time was the main factor responsible for physicochemical variations. Finally, it was concluded that the thickness of the polyethylene bags and the vacuum pressures used did not produce statistically significant effects ($p > 0.05$) on the physicochemical characteristics of *quesillo*. The highest acidity value (0.090%) was observed at 0.08 MPa. The highest moisture value (54.64%) was found in samples packaged at a pressure of 0.08 MPa.

Keywords: Quesillo, physicochemical characteristics, vacuum packaging, pH, moisture, acidity.

I. INTRODUCCIÓN

Los productos lácteos son parte de la canasta básica familiar, representando el 3.4% del consumo de éstos. Los productos lácteos son un grupo de alimentos formados principalmente por el yogurt, queso, mantequilla, crema, helado y leche, siendo esta última el componente más importante de este grupo, es un conjunto de alimentos que por sus características nutricionales son los más básicos y completos.

El quesillo es un producto artesanal, materia prima del queso mantecoso, queso típico y famoso de Cajamarca. Generalmente, es elaborado por pequeños ganaderos de zonas aledañas y alejadas, en la altura, con una tecnología tradicional y rústica. El quesillo es un queso no madurado de consistencia semiblanda para consumo fresco, elaborado con leche de vaca. A pesar de que su pH está alrededor de 6.5, expresa una sensación sensorial ácida en la boca, el mismo que está comprendido bajo la denominación de queso fresco.

A pesar de su gran aceptación en el mercado local, presenta dificultades a la hora de ser ofrecido en mercados especializados debido al desconocimiento de las técnicas de manejo y conservación que permitan mantener de manera aceptable su apariencia, calidad e inocuidad.

En la ciudad de Cajamarca, el negocio de quesos actualmente es una fuente de empleo, promueve la alimentación saludable de nuestra región y contribuye a la economía nacional.

1.1. Descripción del Problema

Para garantizar la calidad del quesillo es necesario controlar minuciosamente los parámetros del proceso de elaboración y estimar con metodologías apropiadas la vida útil de los mismos.

En Cajamarca aún existe un desconocimiento generalizado de la evolución de los parámetros que afectan la calidad, preferencia, selección y decisión de consumo de los alimentos, a pesar de que existen disponibles técnicas instrumentales y sensoriales aplicables a casi todos los productos alimenticios; este desconocimiento ha hecho que la industria láctea en Cajamarca mantenga bajos niveles de inocuidad. Mencionar que el quesillo es un producto agradable en el consumo local, no presenta un empaque que lo identifique y le permita alargar su vida útil conservando las características propias del producto, actualmente en el mercado local este es expedido de manera ambulatoria y con una presentación en bolsas plásticas simples.

Considerando esta problemática se propone realizar un estudio para tener los alcances sobre los cambios que puede sufrir el producto aplicando una presentación de envasado más industrial bajo los estándares de calidad que indica la normativa y presentar una idea de mejora en el negocio de los quesos frescos.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo influye las características fisicoquímicas del quesillo envasado al vacío usando tres tipos de empaques?

1.3. Justificación del estudio

El quesillo artesanal, uno de los productos más comercializados de manera ambulatoria en el mercado local cajamarquino es ofrecido al público en general en bolsas de polietileno simple, donde es expuesto a condiciones del ambiente y a algún tipo de contaminación durante su venta.

Frente a esta presentación identificada se considera realizar un estudio justificado en la presentación del quesillo envasándolo al vacío, en bolsas de polietileno de grado alimentario

recomendado bajo el aspecto técnico que nos garantice condiciones de inocuidad y no altere las características fisicoquímicas del producto.

La presentación de un producto (quesillo) en un envase que pueda estar al alcance económico de los consumidores y el vendedor o productor pueda tener nuevas oportunidades en el mercado local y fuera del mismo.

Esta investigación en el ámbito personal va a generar una gran cantidad de información útil para los practicantes, población en general y estudiantes de este campo o campos afines para orientar el desarrollo de futuros proyectos de investigación relacionados con este tema.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar las características fisicoquímicas del quesillo envasado al vacío usando tres tipos de empaques.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar las características fisicoquímicas del quesillo envasado al vacío usando tres espesores de bolsas de polietileno.
- Evaluar las características fisicoquímicas del quesillo envasado a tres presiones de vacío.
- Evaluar las características fisicoquímicas del quesillo durante 3 períodos de tiempo de almacenamiento.

1.5. Hipótesis

Las características fisicoquímicas de humedad, acidez, pH del quesillo son afectadas significativamente por la presión, espesor del envase y el tiempo de almacenamiento.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes de la investigación

Según la producción de quesillo en nuestra localidad de Cajamarca este producto de gran valor alimenticio es en su mayoría de las veces es comercializado a granel, no se ha encontrado producto parecido que presente un diseño de empaque propio que garantice su calidad de conservación en el tiempo y se presente como una opción de expectativa de negocio para presentar el producto en el mercado externo.

Ballesta (2014), ha realizado el Trabajo de Investigación en Cartagena, Colombia acerca de la “Evaluación de la Calidad del Queso Costeño elaborado con Diferentes tipos de Cuajo (animal y microbiano) y La Adición o no de Cultivos Lácticos (*Lactococcus lactis* subps. *lactis* y *Lactococcus lactis* subps. *Cremoris*)”; donde los tratamientos de caracterización fisicoquímica fueron: Tratamiento 1: Queso costeño elaborado con cuajo animal. Tratamiento 2: Queso costeño elaborado con cuajo microbiano. Tratamiento 3: Queso costeño elaborado con cuajo animal y cultivos lácticos. Tratamiento 4: Queso costeño elaborado con cuajo microbiano y cultivos lácticos. (En Colombia, el queso costeño corresponde a queso fresco). El estudio determinó los resultados para los tratamientos siguientes: el Tratamiento 1 tiene mayor porcentaje de grasa (23,15%), proteína (19,48%), sólidos totales (49,379%), pH (6,78) y acidez (0,126), por el contrario, en el Tratamiento 2 resultó que tiene porcentaje de grasa (21,33%), proteína (18,846%), sólidos totales (48,129%), pH (6,61) y acidez (0,08). Esta investigación sirve como antecedente porque muestra valores de la evaluación fisicoquímica del queso costeño siendo este similar al quesillo.

Cortes et al. (2016) estudiaron sobre la evolución de los parámetros fisicoquímicos en quesillo huilense elaborado de forma artesanal y semiindustrial, almacenado en refrigeración y

empacado en hojas de plátano o al vacío, evidenció que variables como pH, acidez, humedad, textura y color cambian progresivamente con el tiempo. Los análisis realizados a lo largo de 20 días mostraron que, aunque hay una ligera pérdida de humedad y un incremento en la dureza, estos cambios no afectan la aceptabilidad del producto por parte del consumidor. Además, el pH y la acidez titulable mostraron variaciones relacionadas con el tipo de empaque y el manejo post producción. Este estudio aporta significativamente a la presente tesis, ya que permite comprender cómo el tipo de empaque influye en la estabilidad fisicoquímica del quesillo durante el almacenamiento refrigerado. En particular, respalda la importancia de evaluar empaques al vacío como alternativa a los métodos tradicionales, con el fin de mantener la calidad y extender la vida útil del producto.

2.1.1. A nivel internacional

Garcés y Layton (2021) desarrolló un proyecto sobre la elaboración de quesillo con adición de piña cristalizada y jamón cocido en San Alberto, Cesar, evaluando sus propiedades fisicoquímicas (pH, proteína, grasa y humedad) y microbiológicas según la norma técnica colombiana 750. Los resultados mostraron que el producto cumple con los parámetros establecidos para quesillo convencional, siendo apto para el consumo. Además, se realizó una prueba sensorial con 30 consumidores, quienes aceptaron positivamente el producto por su innovación. Este estudio aporta a la investigación presente al demostrar la importancia del control de parámetros fisicoquímicos en quesillos con o sin valor agregado, reforzando la necesidad de evaluar cómo el tipo de empaque influye en dichas propiedades durante el almacenamiento.

Porras (2022), en su estudio realizado en Nazareno Etna, Oaxaca, buscó fortalecer la producción artesanal de quesillo a través de principios de economía solidaria e innovación del sistema de producción. Mediante entrevistas y observación participativa, identificó problemas

clave como la baja calidad del producto, falta de estrategias de valor agregado, y limitada presencia en el mercado frente al queso industrial. Además, se destacó el potencial socioeconómico del quesillo artesanal como fuente de autoempleo y aprovechamiento de recursos locales. Como respuesta, se propuso un plan estratégico basado en capacitación, implementación de Buenas Prácticas de Manufactura y análisis de puntos críticos. Este trabajo aporta a la presente investigación al resaltar la importancia de mejorar la calidad fisicoquímica del quesillo y la influencia de factores como el procesamiento, envasado e inocuidad, lo cual es esencial para evaluar el impacto del tipo de empaque en la conservación del producto.

Núñez (2023) realizó un estudio en Ecuador con el objetivo de caracterizar sensorial y fisicoquímicamente el queso fresco de mesa, ante la ausencia de un perfil modelo que defina sus atributos de calidad. Se evaluaron 10 marcas comerciales mediante un panel sensorial entrenado, determinando características de apariencia, olor, sabor y textura sensorial. Además, se midieron parámetros fisicoquímicos como pH, humedad, grasa y proteína, y se aplicó análisis instrumental de textura. Los resultados permitieron correlacionar datos sensoriales con las propiedades fisicoquímicas e instrumentales, generando una caracterización integral del producto. Este estudio aporta a la presente investigación al destacar la relevancia de estandarizar y monitorear los parámetros fisicoquímicos en quesos frescos, lo cual es esencial para evaluar la influencia del tipo de empaque en la estabilidad del quesillo durante el almacenamiento.

Cusanguá (2021) evaluó las propiedades funcionales del queso tipo mozzarella, enfocándose en mejorar su estandarización mediante la técnica de coagulación ácido-enzimática. Se probaron diferentes ácidos orgánicos (cítrico, láctico y acético), grados de acidez de la mezcla suero-leche y temperaturas de coagulación. Los resultados mostraron que la acidez y la temperatura influyen significativamente en el rendimiento y en propiedades funcionales como

rebanabilidad, fusión y estiramiento. Además, todos los tratamientos cumplieron con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos según la norma INEN. Este estudio aporta a la presente investigación al evidenciar cómo las condiciones de elaboración influyen en las características fisicoquímicas del queso, reforzando la importancia de controlar variables como el tipo de empaque, que pueden afectar la estabilidad del quesillo durante su almacenamiento y conservación.

2.1.2. A nivel nacional

Pisfil (2018) evaluó el efecto del tiempo de ahumado en la vida útil del queso ucayalino envasado al vacío en bolsas de polietileno de alta densidad, aplicando distintos tiempos de exposición al humo (0, 60, 90 y 120 minutos) a 60 °C. Se realizaron análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales, encontrándose que el tratamiento con 120 minutos de ahumado (T3) conservó por más tiempo las características fisicoquímicas y sensoriales del queso, sin comprometer su inocuidad. Este estudio aporta a la presente investigación al evidenciar cómo el tratamiento térmico y el envasado al vacío influyen directamente en la conservación del queso, resaltando la importancia del tipo de empaque y de las condiciones de procesamiento en la estabilidad del producto durante el almacenamiento, lo cual es clave para el análisis fisicoquímico del quesillo envasado al vacío con diferentes tipos de empaques.

Vilela (2019) evaluó cuatro tecnologías de producción de queso (suizo, mozzarella, fresco y mantecoso) en la Asociación Agroforestal de Canaán – AGROECAN, con el fin de determinar su adaptabilidad y comercialización en Chachapoyas, Amazonas. Los quesos fueron analizados fisicoquímica y microbiológicamente, encontrándose que el queso tipo suizo presentó las mejores características, con un pH de 6.15, acidez de 0.63 %, humedad de 54.68 % y rendimiento del 12.2 %. Microbiológicamente, los quesos suizo y fresco reportaron menores recuentos de

Staphylococcus aureus (11 y 22×10^3 UFC/mL, respectivamente), sin presencia de *Salmonella* sp.. En términos sensoriales, el queso fresco obtuvo buena aceptación en sabor (3.47 ± 0.92) y color (2.13 ± 0.92). Este estudio aporta a la tesis sobre evaluación fisicoquímica del quesillo envasado al vacío, ya que evidencia la importancia de analizar parámetros como pH, acidez y humedad bajo diferentes tecnologías y condiciones de almacenamiento, reforzando la necesidad de caracterizar el producto para garantizar su calidad e inocuidad en el mercado.

2.1.3. A nivel local

Lucano (2021), evaluó las características fisicoquímicas del queso mantecoso comercializado en el Mercado Central de Cajamarca, analizando 10 muestras de 250 g durante un mes. Se determinó humedad ($43.34 \% \pm 2.27$), cenizas ($3.08 \% \pm 0.23$), pH (5.73 ± 0.01) y actividad de agua (0.95 ± 0.10), utilizando métodos oficiales como AOAC-1997 y NMX-F-099-1970. Los resultados mostraron que los valores obtenidos no coinciden plenamente con los establecidos por normas como la ISO 4121-2003, ITINTEC y estudios previos, evidenciando una variabilidad en la calidad del producto ofertado. Este antecedente aporta a la tesis sobre la evaluación fisicoquímica del quesillo envasado al vacío, al resaltar la importancia de caracterizar parámetros como humedad, pH y actividad de agua para controlar la calidad y estandarización del producto, y cómo estos pueden variar significativamente dependiendo del origen, técnica de elaboración y condiciones de comercialización.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1. Quesillo

Según (NORMA GENERAL DEL CODEX PARA EL QUESO/CODEX STAN A-6-1978, Rev. 1-1999, Enmendado en 2006), Se entiende por queso el producto blando, semiduro, duro y **extraduro**, madurado o no madurado, y que puede estar recubierto, en el que la proporción entre las proteínas de suero y la caseína no sea superior a la de la leche, obtenido mediante:

Coagulación total o parcial de la proteína de la leche, leche desnatada/descremada, leche parcialmente desnatada/descremada, nata (crema), nata (crema) de suero o leche de mantequilla/manteca, o de cualquier combinación de estos materiales, por acción del cuajo u otros coagulantes idóneos, y por escurrimiento parcial del suero que se desprende como consecuencia de dicha coagulación, respetando el principio de que la elaboración del queso resulta en una concentración de proteína láctea (especialmente la porción de caseína) y que por consiguiente, el contenido de proteína del queso deberá ser evidentemente más alto que el de la mezcla de los materiales lácteos ya mencionados en base a la cual se elaboró el queso; y/o Técnica de elaboración que comportan la coagulación de la proteína de la leche y/o de productos obtenidos de la leche que dan un producto final que posee las mismas características físicas, químicas y organolépticas del queso no madurado.

2.2.1.1. Tipos de queso. Según Produce (2021), estima que existen a nivel mundial más de 600 tipos de quesos. A fin de agruparlos se los puede clasificar en función de diferentes atributos según se detalla a continuación:

A. Según el tipo de leche:

- Queso de leche de vaca.
- Queso de leche de cabra.
- Queso de leche de oveja.

- Queso de leche de búfala.
- Queso de mezclas de otras leches pudiendo ser muy variados dependiendo del tipo de mezcla y la cantidad de leche que se utiliza de cada especie.

B. Según la maduración:

- **Queso fresco:** Es el producto que está listo para el consumo después del proceso de fabricación.
- **Queso madurado:** Es aquel que ha experimentado los cambios bioquímicos y físicos necesarios y característicos de cada variedad de queso, pues se mantiene durante cierto tiempo en condiciones determinadas de humedad y temperatura hasta su consumo. Dentro de los quesos madurados nos encontramos como caso particular los quesos madurados con mohos, que pueden desarrollarse en el interior, como en quesos azules (Roquefort), o en la superficie (Camembert).
Universidad Nacional de la Plata (2021)

C. Según el contenido graso:

- Extra graso: Tiene un mínimo del 60% del extracto seco
- Graso: Entre 60 y 45% del extracto seco
- Semigraso: Entre 45 y 25% del extracto seco
- Magros: Entre 25 y 10% del extracto seco
- Descremados: Máximo de 10% del extracto seco
Universidad Nacional de la Plata (2021).

D. Según el porcentaje de humedad:

- Baja humedad hasta 35,9%
- Mediana humedad: entre 36 y 45,9%
- Alta humedad entre 46 y 54,9%
- Muy alta humedad: no menor al 55%

Universidad Nacional de la Plata (2021)

E. Otras denominaciones:

- **Queso fundido:** se obtiene por la mezcla y fusión de una o más variedades de queso con la ayuda de tratamientos térmicos.
- **Quesos de masa lavada:** en la etapa de trabajo de la cuajada el suero es reemplazado parcial o totalmente por agua a la misma temperatura.
- **Quesos de pasta hilada:** se obtienen por hilado de una masa acidificada (producto intermedio obtenido por coagulación enzimática).
- **Quesos rallados:** obtenidos mecánicamente a partir de quesos de bajo humedad, aptos para consumo.

Universidad Nacional de la Plata (2021)

2.2.1.2. Queso fresco. Ramírez (2012), menciona que el queso fresco es el producto obtenido por coagulación de la leche pasteurizada integral o parcialmente descremado, constituido parcialmente por la caseína de la leche en forma de gel más o menos deshidratado, el queso no es más la coagulación de la proteína de la leche.

Vilca (2016) declara que el queso es un producto fresco o madurado obtenido por coagulación y separación del suero de la leche, también se define que el queso es uno de los alimentos más importantes nutritivos y sabrosos que se encuentran en todo el mundo.

Según Midagri (2006), señala que el queso como producto blando, semiduro, duro y extraduro, madurado o no madurado, y que puede estar recubierto, en el que la proporción entre las proteínas de suero y la caseína no sea superior a la de la leche, obtenido mediante:

Coagulación total o parcial de la proteína de la leche, leche desnatada/descremada, leche parcialmente desnatada/descremada, nata (crema), nata (crema) de suero o leche de mantequilla/manteca, o de cualquier combinación de estos materiales, por acción del cuajo u otros coagulantes idóneos, y por escurrimiento parcial del suero que se desprende como consecuencia de dicha coagulación, respetando el principio de que la elaboración del queso resulta en una

concentración de proteína láctea (especialmente la porción de caseína) y que por consiguiente, contenido de proteína del queso deberá ser evidentemente más alto que el de la mezcla de los materiales lácteos ya mencionados en base a la cual se elaboró el queso.

Según Mundo Lácteo (2020), el queso fresco es un tipo de queso que, a diferencia de los quesos semicurados o curados, no necesita tiempo de maduración. Esto hace que retenga gran parte del suero y que será un queso muy húmedo, con un porcentaje en agua de entre el 60 y 80%. Es un queso de color blanco, de textura blanda y con un sabor suave. En función de las técnicas de elaboración y la zona geográfica, recibe distintos nombres.

Esta variedad de queso es elaborada a partir de leche de vaca, aunque también puede encontrarse de oveja, de cabra o mezcla. En función de la leche utilizada, las propiedades nutricionales del queso variarán.

2.2.1.3. Características nutricionales del queso fresco. Este queso posee en torno a un 10% de grasas y de proteínas, también presenta cierto valor nutricional y ciertas propiedades que se detallan en consideración a 100 g de queso fresco; como son:

- Calorías 200,10 kcal.
- Grasa 14,90 g.
- Colesterol 14,50 mg.
- Sodio 1200 mg.
- Carbohidratos 2,50 g.
- Fibra 0 g.
- Azúcares 2,50 g.
- Proteínas 14,04 g.
- Vitamina A 261 ug.
- Vitamina B12 0,66 ug.
- Calcio 190,50 mg.
- Hierro 0,62 mg.

- Vitamina E 4,10 mg.
Mundo Lácteo (2020).

2.2.1.4. Características fisicoquímicas del quesillo: El quesillo, como producto lácteo fresco, presenta características fisicoquímicas que incluyen un contenido elevado de humedad, pH ligeramente ácido (menor a 5.4), bajo contenido de grasa y una estructura blanda y elástica (Cortés et al., 2016). Estos parámetros están influenciados por factores como el tipo de leche utilizada, el proceso de elaboración, la concentración de sal y el tiempo de prensado (Cecilio, 2014). Además, el contenido de proteínas y la actividad de agua (aw) juegan un papel importante en su estabilidad y vida útil. Según Solís (2018) estas propiedades determinan su textura, aceptabilidad sensorial y susceptibilidad al deterioro microbiológico. Por lado, destaca que el quesillo presenta una composición variable dependiendo de la región y las prácticas artesanales, pero en general se caracteriza por su frescura y bajo nivel de maduración.

Acidez: La acidez en el quesillo es un parámetro fundamental que influye tanto en sus características sensoriales como en su estabilidad microbiológica. Esta acidez, expresada comúnmente como acidez titulable o pH, se desarrolla principalmente por la actividad de bacterias lácticas que fermentan la lactosa en ácido láctico durante el proceso de elaboración. Un nivel adecuado de acidez contribuye a la coagulación de la caseína, a la formación de la textura y a la inhibición del crecimiento de microorganismos indeseables (Oca et al., 2019). En el quesillo la acidez esta expresada en % ácido láctico presente en la muestra (Faya y Cabrera, 2018).

Humedad: representa la cantidad de agua presente en los alimentos, independientemente del proceso industrial aplicado. En productos frescos naturales, este contenido puede oscilar entre el 60 y el 95%. En el caso del queso, la cantidad de agua es un criterio clave para su clasificación. Dependiendo del método de elaboración y del grado de separación del suero, los quesos pueden

tener mayor o menor humedad. Los quesos frescos, que no pasan por un proceso de maduración, retienen más agua, mientras que los quesos curados pierden humedad con el tiempo de almacenamiento. En general, los quesos frescos presentan un contenido de humedad igual o superior al 46% y se caracterizan por un sabor a leche fresca o ligeramente acidificada (INACAL, 2019).

pH: es un parámetro fisicoquímico relevante en la investigación, ya que influye significativamente en la textura del quesillo al modificar la estructura de la red proteica. Cuando el pH se aproxima al punto isoeléctrico, predominan las interacciones iónicas e hidrofóbicas, lo que favorece la formación de una red de caseína densa, característica de quesos de textura firme. En cambio, a valores de pH más elevados, las caseínas adquieren carga negativa, generando repulsión entre los agregados proteicos, lo que da lugar a un queso con mayor contenido de humedad, textura más elástica y estructura menos compacta (Faya y Cabrera, 2018).

2.2.2. Envasado al vacío.

El envasado al vacío es una técnica de conservación que consiste en extraer el aire del interior del envase antes de sellarlo herméticamente. Este proceso reduce significativamente la cantidad de oxígeno disponible, lo que limita el crecimiento de microorganismos aeróbicos y disminuye las reacciones de oxidación, prolongando así la vida útil del alimento. Además, al minimizar la exposición al oxígeno, se preservan mejor las características sensoriales como el color, sabor y textura del producto. Por otro lado, el envasado al vacío también contribuye a una mejor presentación del producto, ya que se adapta a la forma del alimento y facilita su almacenamiento. Esta tecnología es especialmente útil en productos lácteos, cárnicos y pescados, ya que reduce la pérdida de humedad y evita el desarrollo de olores indeseables. (García et al., 2006).

2.2.3. Material para envasar al vacío.

Composición de las bolsas para envasado al vacío. Las bolsas utilizadas en el envasado al vacío están compuestas principalmente por una combinación de poliamida (PA) y polietileno (PE). La poliamida proporciona una excelente barrera contra el oxígeno y otros gases, mientras que el polietileno ofrece flexibilidad y un buen sellado térmico. Esta combinación asegura que los alimentos se mantengan frescos por más tiempo, al evitar la entrada de aire y humedad. Además, estas bolsas están disponibles en diferentes grosores, adaptándose a las necesidades específicas de cada tipo de alimento y método de conservación (Illanes, 2015).

El copolímero de etileno y alcohol vinílico (EVOH) se utiliza en estructuras multicapa de envases al vacío debido a su excelente barrera contra el oxígeno. Esta propiedad es esencial para prolongar la vida útil de los alimentos al prevenir la oxidación y el crecimiento de microorganismos. El EVOH se combina comúnmente con otros materiales como polietileno de baja densidad (LDPE) para mejorar su procesabilidad y resistencia a la humedad. Esta combinación es especialmente útil en el envasado de alimentos sensibles al oxígeno, como productos cárnicos y lácteos (Illanes, 2015).

Los materiales de plásticos utilizados en el envasado al vacío de productos lácteos tienen un espesor que varía entre 50 y 100 micras. Estas bolsas están compuestas por poliamida y polietileno la proporción dependerá del espesor del material. Ofrecen buena barrera al vapor de agua, posee altas propiedades mecánicas como resistencia a la deformación, ruptura y punzado (Daisuky et al., 2022).

2.2.4. Tiempo de almacenamiento en productos lácteos

El tiempo de almacenamiento, también denominado vida útil, es el periodo en el cual un producto, bajo ciertas condiciones específicas como por ejemplo humedad, temperatura y manejo higiénico) conserva sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales; estos factores de almacenamiento influyen directamente en la evolución fisicoquímica y microbiológica del producto (Salas et al., 2024). Este periodo de tiempo implica que el alimento no solo debe conservar sus atributos fisicoquímicos y sensoriales, sino que también debe ser apto para el consumo humano. En derivados lácteos este tiempo es particularmente crítico debido a su alta actividad de agua y riqueza nutricional, factores que favorecen el crecimiento de microorganismos y aceleran los procesos de deterioro.

A lo largo de esta etapa de almacenamiento tienen lugar complejas transformaciones físicas y bioquímicas, entre las que destacan la deshidratación, la fermentación y los procesos de proteólisis y lipólisis, responsables del desarrollo progresivo de la textura, el aroma y el sabor característicos del queso. En general, un mayor tiempo de almacenamiento favorece una intensificación de las propiedades sensoriales, debido a la acumulación de compuestos derivados de la actividad enzimática y microbiana (Sarasua, 2022).

En la etapa de almacenamiento ocurre interacción de múltiples variables fisicoquímicas y microbiológicas. En este contexto, la implementación de estrategias tecnológicas orientadas a optimizar o reducir el tiempo de almacenamiento representa una alternativa de alto interés para la industria quesera, ya que permitiría mejorar la eficiencia productiva y disminuir los costos asociados al almacenamiento prolongado sin comprometer la calidad del producto final.

2.3 Definición de términos básicos

2.3.1 Acidez

La acidez en los alimentos hace referencia a la concentración de ácidos presentes ya sean naturales o generados durante los procesos de maduración o deterioro, se expresa como acidez titulable, representando la cantidad total de ácidos orgánicos capaces de neutralizar una base; la acidez influye en sus características sensoriales y estabilidad microbiológica de productos alimenticios especialmente en lácteos como el queso (García y García, 2021).

2.3.2 Alimento envasado

Un alimento envasado es aquel que ha sido colocado dentro de un recipiente o envoltura, de manera total o parcial, con el fin de protegerlo de la contaminación, facilitar su transporte, prolongar su vida útil y permitir su comercialización bajo condiciones específicas de almacenamiento (Codex Alimentarius, 1991).

2.3.3 Empacado al vacío

El empacado al vacío es una técnica de conservación que consiste en extraer el aire del interior del envase antes de sellarlo herméticamente, con el fin de reducir la presencia de oxígeno y así retrasar el crecimiento de microorganismos y las reacciones de deterioro en los alimentos (Baquero, et al., 2009).

2.3.4 Envase

Un envase es cualquier recipiente o envoltura diseñado para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar productos, especialmente alimentos, desde su fabricación hasta el consumo

final. Su función principal es preservar la calidad del producto y facilitar su manejo y comercialización (León, 2013).

2.3.5 Espesor de plástico para empaque de alimento

El espesor de los plásticos usados en empaques para envasar alimentos es una propiedad física importante debido a que determina su resistencia mecánica, capacidad de barrera contra gases y vapor de agua, y su idoneidad para procesos como el envasado al vacío o el termosellado. Generalmente se expresa en micras (μm) o milímetros, y puede variar entre 20 y 150 μm según el tipo de alimento y las condiciones de conservación requeridas (Daisuky et al., 2022).

2.3.6 Quesillo

Este producto fue el objeto de estudio el cual se define como un producto lácteo clasificado como queso no madurado, de textura semiblanda y destinado al consumo inmediato. Se elabora a partir de leche entera de vaca y se distingue de otros tipos de queso por su bajo contenido de grasa y su comercialización en estado fresco. Presenta un elevado nivel de humedad, lo que limita su tiempo de conservación (Cortes et al., 2016).

2.3.7 Humedad

La humedad en los alimentos se refiere al contenido de agua presente en un producto alimenticio, ya sea en forma libre o ligada. Este parámetro es fundamental, ya que influye

directamente en la textura, estabilidad, vida útil y susceptibilidad al deterioro microbiológico de los alimentos (Fennema y Tannenbaum, 1996).

2.3.8 *Tiempo de almacenamiento*

El tiempo de almacenamiento es una propiedad dinámica que debe ser evaluada experimentalmente mediante estudios de vida útil, considerando tanto criterios microbiológicos como sensoriales y fisicoquímicos, con el fin de garantizar la seguridad alimentaria y la satisfacción del consumidor (Codex Alimentarius, 2006).

2.3.9 *pH*

El pH es una medida de la acidez o alcalinidad de una solución, que indica la concentración de iones hidrógeno libres presentes. En alimentos, el pH es un parámetro clave para evaluar la estabilidad, seguridad microbiológica, sabor y calidad general del producto (Belitz y Schieberle, 2009).

2.3.10 *Presión de vacío*

La presión de vacío, o simplemente vacío, se refiere a una condición en la que la presión dentro de un espacio es significativamente inferior a la presión atmosférica estándar al nivel del mar, la cual equivale a aproximadamente 101,325 pascales (Pa) o 1 atmósfera (atm). Esta situación implica una reducción notable de la cantidad de moléculas de aire presentes en dicho espacio (Mejía, 2022).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización de la investigación

Esta investigación se desarrolló en el laboratorio de Lácteos y los análisis fisicoquímicos en el laboratorio de Análisis de Alimentos en el edificio 2H de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, ubicado en la Av. Atahualpa 1050, en el distrito, provincia y región de Cajamarca.

Figura 1.

Ubicación de Universidad Nacional de Cajamarca



Nota. Tomado de Google Maps.

3.2. Materiales

3.2.1 Materia prima e insumos

- Leche entera fresca de vaca; materia prima acopiada del fundo de Huacariz ubicado en el distrito de Baños del Inca.

- Cuajo químico Hansen para queso de la marca 3 muñecas.
- Cloruro de calcio (CaCl_2) al 5 %.

3.2.2 Equipos

- Cocina Industrial a gas.
- Balanza analítica PRECISA.
- pHmetro de mesa marca BIOBASE.
- Selladora al vacío marca HENKEL SV4.
- Refrigeradora Industrial BIOBASE.
- Equipo para Titulación,
- Determinador de humedad marca PRECISA.
- Termómetro de canastilla marca Amarell.

3.2.3 Reactivos de laboratorio

- Hidróxido de sodio (NaOH)
- Fenolftaleína al 1%.
- Agua destilada.

3.2.4 Materiales

- Baldes de plástico (capacidad 20 L).
- Ollas de acero inoxidable.
- Cuchillos.
- Mesa de trabajo de acero inoxidable.
- Filtros de tela poliseda.
- Jarras de plástico x 3 L.

- Guantes quirúrgicos.
- Jabón líquido desinfectante.
- Alcohol ALKOFARMA al 96%.
- Hipoclorito de sodio SAPOLIO al 3.5%.
- Pulverizador manual x 1 L.
- Bureta automática de titulación.
- Pipetas graduadas de 1ml, 5ml. y 10ml.
- Lactodensímetro.
- Pizetas.
- Vasos de precipitación de 50, 100 y 250 ml.
- Probeta graduada.
- Cápsulas de porcelana.
- Bagueta.
- Crisoles.
- Papel filtro.

3.2.5 Otros Materiales Experimentales

- Guantes quirúrgicos, cofia y mascarilla.
- Mandil de tela.
- Tijera, lapicero, cuaderno de apuntes, papel toalla y USB.

3.3. Metodología

3.3.1. Variables

Independientes

- Presiones al vacío (0.06, 0.07 y 0.08 MPa).
- Envase de polietileno de alta densidad de la marca Alico de 55, 70 y 100 micras.
- Tiempo de almacenamiento (7, 14 y 21 días)

Dependientes

- Acidez (% ácido láctico).
- Humedad (%).
- pH (escala 0-14).

3.3.2. Diseño experimental, arreglo de tratamientos

La metodología empleada para este trabajo de investigación es experimental; siendo un método cuantitativo, El método estadístico corresponde a un diseño estadístico DCA con arreglo factorial 3^3 (combinaciones de los factores y de los niveles) en total 27 corridas, se realizó un ANOVA para las variables en estudio acidez, humedad y pH. Todos los análisis estadísticos se realizaron con un nivel de confianza del 95%. Para procesar los datos se utilizó el software STATGRAPHICS Centurión.

Los factores en estudio son 3: presión (A), espesor de bolsas de polietileno (B) y tiempo de almacenamiento (C), cada factor se dividirá en 3 niveles obteniendo los niveles A1, A2, A3; B1, B2, B3, C1, C2 y C3. La combinación de estos niveles da 27 tratamientos para la investigación.

Tabla 1*Arreglo de los tratamientos*

Factores	Niveles	Combinaciones	Tratamientos
A: Presión de vacío	A1 0.06 MPa	A1*B1*C1	T1
		A1*B1*C2	T2
		A1*B1*C3	T3
	A2 0.07 MPa	A1*B2*C1	T4
		A1*B2*C2	T5
		A1*B2*C3	T6
	A3 0.08 MPa	A1*B3*C1	T7
		A1*B3*C2	T8
		A1*B3*C3	T9
B: espesor de envases	B1 55 micras	A2*B1*C1	T10
		A2*B1*C2	T11
		A2*B1*C3	T12
	B2 70 micras	A2*B2*C1	T13
		A2*B2*C2	T14
		A2*B2*C3	T15
	B3 100 micras	A2*B3*C1	T16
		A2*B3*C2	T17
		A2*B3*C3	T18
C: Tiempo de almacenamiento	C1 7 días	A3*B1*C1	T19
		A3*B1*C2	T20
		A3*B1*C3	T21
	C2 14 días	B3*A2*C1	T22
		A3*B2*C2	T23
		A3*B2*C3	T24
	C3 21 días	A3*B3*C1	T25
		A3*B3*C2	T26
		A3*B3*C3	T27

Nota: En la presente tabla se detallan los 27 tratamientos (T1 al T27), que corresponde a las combinaciones de las presiones al vacío (0.06, 0.07 y 0.08 MPa) con los espesores de los envases (55,70 y 100 micras) según los 21 días que se realizó la etapa experimental.

A1: Presión de vacío a 0.06 MPa.

A2: Presión de vacío a 0.07 MPa.

A3: Presión de vacío a 0.08 MPa.

B1: Envase de polietileno de alta densidad 55 micras.

B2: Envase de polietileno de alta densidad 70 micras.

B3: Envase de polietileno de alta densidad 100 micras.

C1: Tiempo de almacenamiento 7 días.

C2: Tiempo de almacenamiento 14 días.

C3: Tiempo de almacenamiento 21 días.

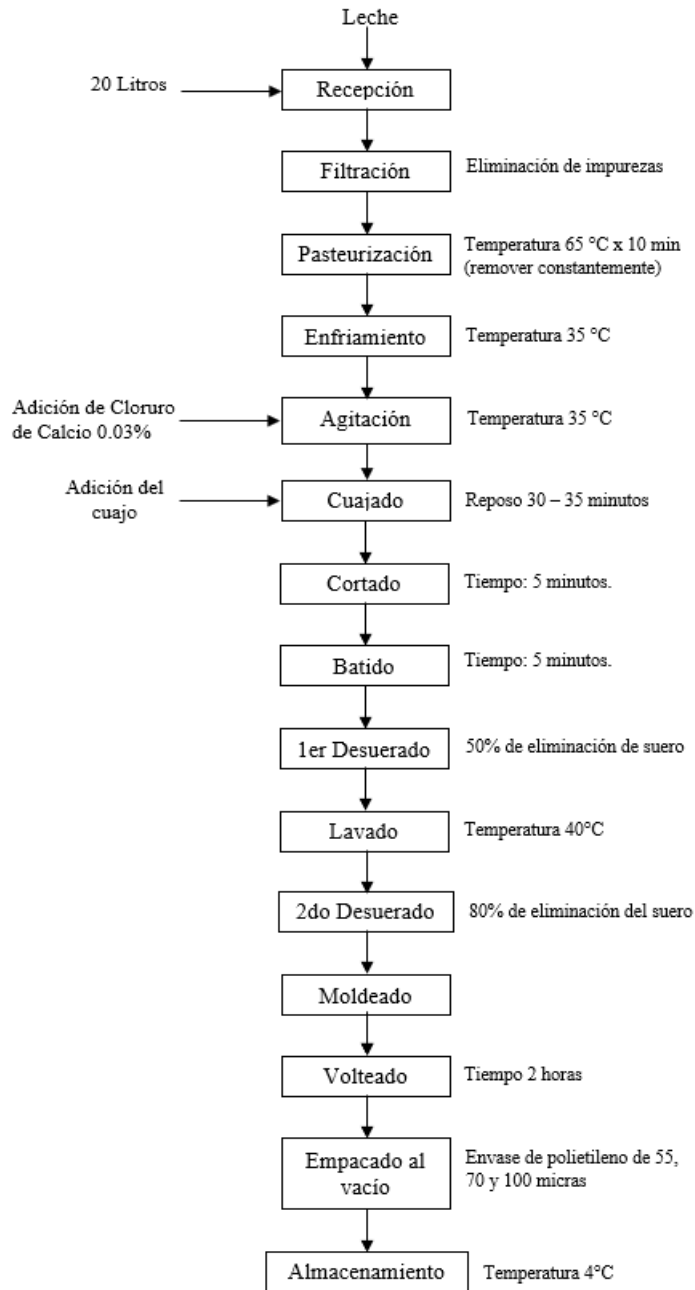
Se evaluaron las siguientes características como son el nivel de pH, acidez y humedad de cada muestra la maduración se llevó a cabo a temperatura de conservación 4°C. Se empleo tres períodos de tiempo (7, 14 y 21 días) para la evaluación del tiempo de almacenamiento.

T1 hasta el T27: Tratamientos que se desarrollaron en la fase experimental.

3.3.3. Procedimiento

Figura 2.

Flujograma de Proceso para Elaboración de Quesillo



Fuente: Adaptado de ficha técnica de procesados lácteos (FAO, s.f).

Nota: El flujograma presenta el proceso de obtención de quesillo.

Proceso de elaboración del quesillo.

Para el siguiente proyecto de investigación la materia prima (quesillo) es muy importante esta materia prima e incluso las condiciones de preparación es de estricta responsabilidad mantener los parámetros de calidad. A continuación, se describe el proceso de elaboración de quesillo.

Recepción: en esta operación la leche de buena calidad se pesó con la finalidad de conocer la cantidad que ingresa a proceso (20 L), con un pH de 6.7.

Filtración: en esta operación la leche se filtró a través de una tela fina (poliseda), para eliminar impurezas presentes.

Pasteurización: este proceso térmico se realizó en una olla y consistió en calentar la leche a una temperatura de 65 °C por 10 minutos, con el objetivo de eliminar los microorganismos patógenos y manteniendo las propiedades nutricionales de la leche para obtener un queso de buena calidad.

Enfriamiento: esta operación se realizó a temperatura ambiente hasta alcanzar los 35 °C, para facilitar el cuajado.

Agitación: esta operación consiste en agitar la leche y adicionar el cloruro de calcio en una concentración de 0.03 %, la agitación se realizó con la finalidad de mezclar el insumo con la materia prima.

Adición del cuajo: Esta operación consiste en adicionar el cuajo y dejarlo reposar por un intervalo de tiempo de 30 hasta 35 minutos.

Cortado: La masa cuajada se cortó, con un cuchillo, en cuadros pequeños para dejar salir la mayor cantidad de suero posible. Para mejorar la salida del suero se batió

lentamente la cuajada. Esta operación de cortar y batir considera un tiempo de 5 minutos y al finalizar este proceso se dejó reposar la masa durante 5 minutos.

Primer desuerado: en esta etapa se separó el 50 % de suero de la cuajada con la ayuda de un colador.

Lavado: esta operación se realizó añadiendo agua a 40 °C, para eliminar residuos de suero y bloquear el desarrollo de microorganismos.

Segundo desuerado: en este proceso se elimina el 80 % del suero.

Moldeado: Los moldes empleados fueron de polipropileno de forma rectangular con una capacidad de 1.10 Kg., este quesillo no fue prensado, solamente tuvo como fin dejar escurrir el suero líquido presente en la masa.

Volteado: se volteó los moldes después de dos horas con la finalidad de que siga escurriendo el suero presente.

Empacado al vacío: En el empacado al vacío se utilizó bolsas de polietileno de diferentes espesores (55, 70 y 100 micras); esta técnica consiste en extraer el aire del envase antes de realizar el sellado de la bolsa hasta alcanzar al vacío deseado (0.06, 0.07 y 0.08 MPa); donde para alcanzar los rangos de presiones se tuvo que realizar ajustes en el selector de tiempo y así lograr los rangos mencionados. Luego la máquina calienta la barra de sellado para unir térmicamente los bordes de la bolsa. El sellado crea un cierre hermético que queda firme y sin fuga de aire. Las muestras envasadas contienen un peso promedio de 100 g. de quesillo por cada envase.

Almacenamiento: en esta etapa del proceso las muestras son conservadas en refrigeración a una temperatura de 4 °C.

3.3.4. Procedimiento para la determinación de Acidez titulable.

Se desarrolló según el método convencional AOAC (1990), y con la ayuda de las NTP 202.195L: 2019 LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Queso Fresco. Requisitos (INACAL, 2019).

La evaluación de la de la acidez se realizó para cada tratamiento. El procedimiento se describe de la siguiente manera:

- Se tomó una muestra de 10 g. del quesillo.
- Posterior a ello, se realizará una dilución bien agitada en 100 ml. de agua destilada.
- Se filtró la solución con la ayuda de papel filtro.
- Luego se tomó 10 ml. de la solución filtrada, para empezar el proceso de titulación con una solución de Hidróxido de sodio (NaOH) 0.1N, donde previamente se añadirá entre 3 a 4 gotas de fenolftaleína al 1 % como indicador.
- Durante el proceso de titulación se tiene que tener en cuenta el gasto del Hidróxido de sodio para los cálculos finales.
- La acidez titulable se expresa como porcentaje de ácido láctico y se determinará mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ Acidez} = (\text{g ácido láctico} / 100 \text{ ml muestra})$$

$$\% \text{ Acidez} = \% \text{Acido Láctico} = \frac{V(\text{NaOH}) \times N \times \text{Meq ácido}}{\text{ml de muestra}} \times 100$$

Donde:

V(NaOH) = Volumen de NaOH usado para la titulación.

N = Normalidad del NaOH.

Meq ácido = miliequivalente de ácido láctico que es de 0.09.

3.3.5. Procedimiento para la determinación de humedad

Se desarrolló según NMX-F-099-1970 para obtención de la muestra para determinación de humedad en los quesos, se considera tener lo siguiente: El contenido de humedad de un alimento es el peso de la cantidad de agua presente en función de su peso seco. Para determinar que contenido de humedad existe en las muestras de queso se utiliza una balanza que funciona a base de radiación infrarroja.

Para la evaluación de la humedad de los 27 tratamientos, se procedió de la siguiente manera:

- Se coloca muestras del material seleccionado en la charola de la balanza, hasta alcanzar un peso de 3 a 5 gramos. Para obtener muestras muy delgadas y pequeñas es recomendable rallar el queso o cortes finos así se obtiene tiras o cortes muy delgados.
- Una vez colocada la muestra en la balanza, se cierra y se inicia la operación para la determinación del contenido de humedad, el cual se muestra en porcentaje de humedad relativa (%HR). Las condiciones a las que se programa la balanza son: 78°C de temperatura por un tiempo de 70 min aproximadamente. El tiempo y la temperatura a la que se opera la balanza con radiación infrarroja son aquellas que en base a la normatividad se asemejan a la operación del horno con vacío para la determinación de contenido de humedad.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{M \text{ inicial} - M \text{ final}}{M \text{ inicial}} \times 100$$

Donde:

M inicial: Masa inicial de la muestra en gramos

M final: Masa de la muestra seca en gramos

3.3.6. Procedimiento para la determinación del pH.

Se realizó según el método colorimétrico con tiras reactivas. Se desarrolló de la siguiente manera: Por medio de una cánula o una pinza especial se tomó la muestra introduciéndola hasta el centro de la pieza de queso, y de esta muestra se tomará 1 g exactamente pesado y se tritura en un mortero. Posterior a ello en un vaso de precipitado, se añade 10 ml de agua destilada, diluyéndose perfectamente. Luego, se sumergen las tiras reactivas preparadas previamente en cada una de las muestras, se observa el cambio de color y se compara con la escalas patrón estandarizadas (Casas et al., 2009).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.1. Evaluación de la acidez del queso envasado en bolsas de polietileno con diferente espesor.

En la Tabla 2 se presentan los valores de acidez del queso correspondientes a los 27 tratamientos evaluados, observándose un rango comprendido entre 0.018 y 0.090 % de ácido láctico. Los resultados evidencian una tendencia creciente de la acidez conforme avanza el tiempo de almacenamiento, comportamiento tecnológico esperado en quesos frescos y semimadurados debido a la actividad metabólica residual de las bacterias ácido lácticas presentes en el producto. Aun bajo condiciones de refrigeración y envasado, estos microorganismos continúan fermentando la lactosa remanente y otros compuestos fermentables, produciendo ácido láctico como metabolito principal, lo que ocasiona la disminución progresiva del pH y el incremento de la acidez titulable (Cacaungo y Santafé, 2010).

Desde un enfoque tecnológico, este incremento de la acidez está estrechamente relacionado con fenómenos bioquímicos que ocurren después de la elaboración, particularmente con la fermentación secundaria y la actividad enzimática residual del cultivo iniciador y de la microbiota acompañante. El envasado al vacío reduce la disponibilidad de oxígeno, limitando el crecimiento de microorganismos aerobios deteriorantes; sin embargo, favorece relativamente la estabilidad y actividad de bacterias lácticas facultativas o anaerobias, las cuales continúan generando ácido láctico durante el almacenamiento (Daisuky Fernández et al., 2022). Este fenómeno explica que tratamientos con mayor tiempo de conservación alcancen valores superiores de acidez, como se observa en tratamientos que llegan hasta 0.090 %, reflejando una evolución bioquímica activa del producto.

Los valores obtenidos en esta investigación se encuentran por debajo de los reportados por Calampa et al. (2018), quienes registraron niveles de acidez entre 0.33 y 0.89 % en quesos frescos, así como de los valores reportados por Guzman et al. (2015), de 0.19 y 0.20 % para queso fresco prensado. Estas diferencias pueden atribuirse a variables tecnológicas determinantes como el tipo de leche empleada, la carga microbiana inicial, el uso o no de cultivos iniciadores definidos, las condiciones de procesamiento, el contenido de humedad y, especialmente, el sistema de envasado y almacenamiento. En el presente estudio, el envasado al vacío y almacenamiento refrigerado probablemente contribuyó a ralentizar la acidificación, al disminuir la contaminación secundaria y reducir la intensidad metabólica global del ecosistema microbiano del queso.

Asimismo, los resultados evidencian que, aunque la acidez aumenta con el tiempo, los valores permanecen muy por debajo del límite señalado por Cedeño (2015), quien indica que niveles superiores a 0.45 % afectan negativamente el sabor y la composición del queso fresco. Esto sugiere que los tratamientos evaluados mantienen condiciones fisicoquímicas compatibles con la aceptabilidad sensorial del producto durante el periodo estudiado, lo cual es tecnológicamente relevante para prolongar la vida útil sin comprometer la calidad.

En conjunto, los resultados confirman que el tiempo de almacenamiento constituye un factor crítico en la evolución fisicoquímica del quesillo, mientras que el tipo de envase actúa como una barrera tecnológica que modula la velocidad de acidificación. La baja acidez registrada indica una adecuada estabilidad del producto, lo que evidencia que el empaquetado al vacío puede considerarse una estrategia eficaz para controlar la acidificación post-proceso y retardar los cambios asociados al deterioro en quesos frescos, contribuyendo así a mejorar su conservación y calidad comercial.

Tabla 2*Acidez del quesillo envasado en diferentes bolsas de polietileno.*

Tratamientos	Porcentaje de Acidez (%)	Tratamientos	Porcentaje de Acidez (%)	Tratamientos	Porcentaje de Acidez (%)
T1	0.027	T10	0.018	T19	0.018
T2	0.081	T11	0.063	T20	0.09
T3	0.054	T12	0.081	T21	0.081
T4	0.018	T13	0.018	T22	0.018
T5	0.072	T14	0.077	T23	0.081
T6	0.054	T15	0.063	T24	0.072
T7	0.018	T16	0.018	T25	0.027
T8	0.081	T17	0.072	T26	0.063
T9	0.068	T18	0.054	T27	0.081

El análisis de varianza presentado en la Tabla 3 para la acidez del quesillo empacado al vacío muestra que el modelo estadístico posee una elevada capacidad predictiva y explicativa de la variabilidad experimental, reflejada en un coeficiente de determinación alto ($R^2 = 95.19\%$). Este resultado indica que los factores considerados permiten describir de manera confiable el comportamiento fisicoquímico del producto durante el almacenamiento, lo cual es particularmente relevante para identificar las variables que realmente influyen en la estabilidad del queso.

Entre los factores principales evaluados, únicamente el tiempo de almacenamiento (C) presentó un efecto estadísticamente significativo sobre la acidez ($F = 16.66$; $p = 0.0022$), confirmando que la evolución temporal constituye el principal determinante de los cambios en esta variable. Desde una perspectiva tecnológica, este comportamiento se asocia a la continuidad de la

actividad metabólica residual de las bacterias ácido lácticas presentes en el quesillo, las cuales permanecen activas aun en condiciones de refrigeración y envasado al vacío (Narváez et al., 2017). Estos microorganismos continúan metabolizando la lactosa residual y compuestos intermedios derivados de la proteólisis, generando ácido láctico y otros metabolitos orgánicos que incrementan progresivamente la acidez titulable del producto durante su vida útil.

El carácter altamente significativo del término cuadrático del tiempo (CC) ($F = 66.99$; $p < 0.001$) evidencia además que la acidificación sigue una respuesta no lineal, indicando la existencia de una cinética compleja de transformación bioquímica. Tecnológicamente, este comportamiento puede explicarse por la dinámica típica de los sistemas fermentativos en matrices lácteas: inicialmente se presenta una fase de adaptación microbiana con producción moderada de ácido, seguida por un periodo de mayor actividad metabólica y posteriormente una desaceleración causada por la disminución de sustratos fermentables, la reducción del pH y la acumulación de metabolitos inhibidores (Cortes et al., 2016). Esta evolución confirma que la acidificación del quesillo no ocurre a una velocidad constante, sino que responde a mecanismos de autorregulación microbiológica y enzimática propios del ecosistema del queso.

En contraste, la presión de vacío (A) y el espesor del envase (B) no mostraron efectos estadísticamente significativos ($p > 0.05$), al igual que sus términos cuadráticos e interacciones de segundo y tercer orden (AA, BB, AB, AC, BC, AAB, AAC, ABB, ABC, ACC, BBC, BCC). Desde el punto de vista tecnológico, estos resultados sugieren que, dentro de los rangos evaluados, las variaciones en las condiciones de empaçado no modifican de manera directa la cinética de acidificación. El empaçado al vacío actúa principalmente como una barrera frente al oxígeno y a la contaminación externa, reduciendo el crecimiento de microorganismos aerobios deteriorantes; sin embargo, no detiene completamente la actividad de bacterias lácticas facultativas o anaerobias

ya presentes en la matriz del queso (Cusanguá, 2021). Por ello, la acidificación depende fundamentalmente de procesos internos del alimento más que de las características físicas del envase.

Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Cortes et al. (2016), quienes observaron un incremento progresivo de la acidez en quesillo durante el almacenamiento, atribuido a la actividad enzimática y microbiana residual posterior a la elaboración. De manera similar, Cacaungo y Santafé (2010) señalan que, aunque el tipo de envase puede influir significativamente en parámetros estructurales como la pérdida de humedad, la textura y la estabilidad física, su efecto directo sobre la acidez resulta limitado cuando el producto ha sido elaborado bajo condiciones higiénico-sanitarias adecuadas y con una microbiota relativamente estable. El elevado valor de R^2 obtenido respalda la robustez del modelo y confirma que la variabilidad de la acidez está principalmente explicada por el factor tiempo.

En conjunto, los resultados demuestran que la evolución de la acidez en el quesillo envasado al vacío está gobernada esencialmente por la dinámica bioquímica asociada al almacenamiento, mientras que las variables relacionadas con la técnica de envasado evaluadas cumplen principalmente una función de protección física y conservación, sin modificar significativamente la cinética de producción de ácido láctico. Por tanto, desde un enfoque tecnológico y de control de calidad, la estrategia más efectiva para regular la acidez y prolongar la vida útil del quesillo consiste en determinar el tiempo de almacenamiento para la maduración más que en realizar modificaciones en la presión de vacío o el espesor del material de empaque dentro de los rangos estudiados.

Tabla 3

Análisis de varianza para la variable Acidez del quesillo envasado en diferentes bolsas de polietileno.

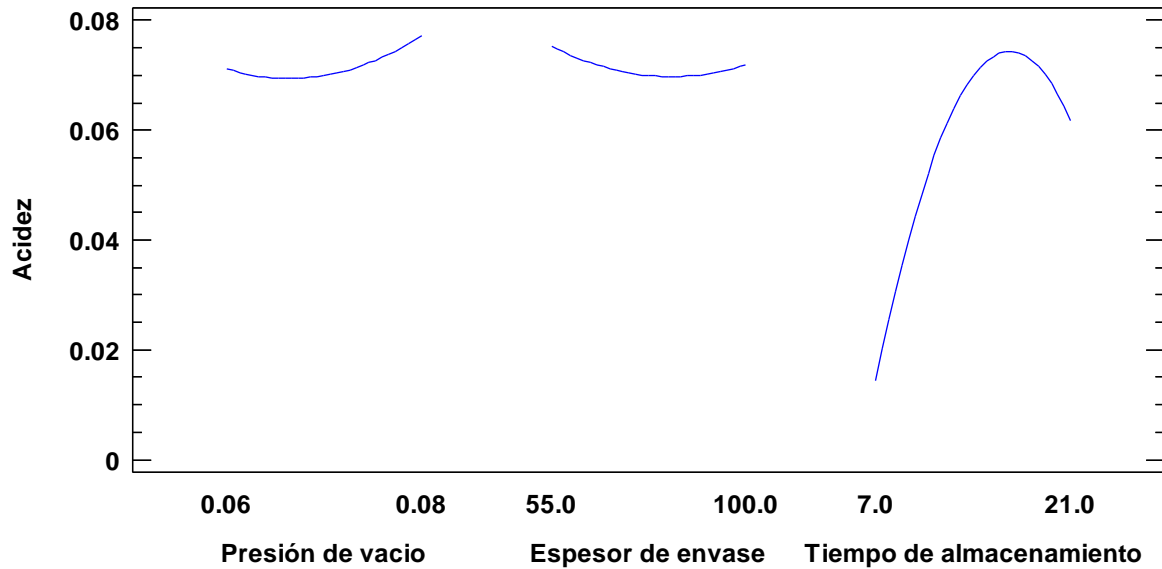
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Presión de vacío (MPa)	0.00000190343	1	0.00000190343	0.02	0.8855
B: Espesor del envase	0.0000974127	1	0.0000974127	1.12	0.3156
C: Tiempo de almacenamiento	0.00145453	1	0.00145453	16.66	0.0022
CC	0.00584684	1	0.00584684	66.99	0.0000
Error total	0.000872841	10	0.000872841		
Total (corr.)	0.0181363	26			

R- cuadrada = 95.1873 por ciento.

Nota: Resumen de Tabla 3, datos extraídos de tabla principal de Análisis de varianza para la variable Acidez del quesillo ubicado en Anexo página N° 69.

Figura 3.

Efectos principales para la acidez del quesillo.



La Figura 3 muestra los valores principales para la acidez en la cual se evidencia que la presión de vacío y el espesor del envase presentan curvas casi horizontales, indicando un efecto mínimo sobre la acidez dentro del rango evaluado. En contraste, el tiempo de almacenamiento evidencia un efecto marcado y no lineal: la acidez aumenta considerablemente desde el nivel inicial hasta un punto máximo intermedio y luego tiende a disminuir ligeramente, lo que sugiere un comportamiento cuadrático. En términos prácticos, el tiempo es el factor que más influye en la variación de la acidez, mientras que las condiciones de vacío y el espesor del envase no generan cambios relevantes en la respuesta.

4.1.2. Evaluación de la humedad del queso envasado en bolsas de polietileno con diferente espesor.

En la Tabla 4 se presentan los valores de humedad del queso correspondientes a los tratamientos evaluados durante tres semanas de almacenamiento, observándose un rango comprendido entre 41.49 y 54.64 %. Estos resultados se encuentran dentro de los valores típicos reportados para queso y quesos frescos, coincidiendo con lo informado por Calampa et al. (2018), quienes registraron contenidos de humedad entre 44.44 y 54.68 %, así como con los valores reportados por Cortes et al. (2016), de 48.33 y 53.66 % en queso almacenado bajo refrigeración. Asimismo, los resultados obtenidos son consistentes con la norma técnica peruana, que caracteriza al queso fresco como un producto semiduro con un contenido de humedad promedio cercano al 43.48 %, lo cual confirma que el producto evaluado mantiene características fisicoquímicas propias de este tipo de queso.

Desde una perspectiva tecnológica, la humedad constituye uno de los parámetros más críticos en la estabilidad y calidad del queso, ya que influye directamente en la textura, la actividad de agua, la difusión de solutos y el desarrollo microbiológico. Los resultados muestran que la humedad no sigue una tendencia lineal durante el almacenamiento, evidenciándose una disminución en la segunda semana y un incremento posterior en la tercera semana. Este comportamiento refleja la naturaleza dinámica del equilibrio hídrico en la matriz proteica del queso, donde ocurren simultáneamente fenómenos de migración, retención y redistribución del agua.

La reducción de humedad observada durante la segunda semana puede atribuirse principalmente a procesos de sinéresis y migración de suero hacia la superficie del producto, favorecidos por la reorganización estructural de la red de caseínas posterior al proceso de

elaboración. Durante el almacenamiento refrigerado, la contracción progresiva de la matriz proteica y la presión osmótica interna pueden provocar la expulsión de agua libre, la cual puede perderse parcialmente por evaporación o acumularse dentro del envase si este no presenta una barrera absoluta al vapor de agua. Además, la actividad enzimática y microbiana contribuye a la degradación de proteínas y otros componentes estructurales, modificando la capacidad de retención de agua del queso y favoreciendo pérdidas iniciales de humedad (Guzman et al., 2015).

Por otro lado, el incremento de humedad registrado en la tercera semana puede explicarse mediante varios mecanismos tecnológicos complementarios. En sistemas empacados, especialmente al vacío o en materiales poliméricos con permeabilidad limitada, puede producirse condensación interna debido a fluctuaciones térmicas durante el almacenamiento, lo que favorece la redistribución del agua hacia el producto. Asimismo, las reacciones metabólicas microbianas generan agua como subproducto de procesos fermentativos y catabólicos, particularmente durante la metabolización de lactosa y compuestos nitrogenados por bacterias ácido lácticas. Paralelamente, la proteólisis progresiva incrementa la fracción de péptidos y aminoácidos solubles, aumentando la capacidad de retención hídrica de la matriz proteica y facilitando la reincorporación de agua al sistema (Fox et al., 2017).

Este comportamiento bifásico de la humedad disminución inicial seguida de incremento ha sido descrito en estudios previos sobre quesillo y quesos frescos, donde la evolución del contenido de agua depende de la interacción entre la estructura del queso, las propiedades del material de empaque y la actividad metabólica residual de la microbiota presente (Cortes et al., 2016; Cecilio, 2014). Desde el punto de vista tecnológico, estos cambios reflejan la transición del queso hacia un nuevo equilibrio fisicoquímico durante el almacenamiento, en el cual la movilidad del agua y la reorganización de la matriz proteica desempeñan un papel determinante.

En conjunto, los resultados evidencian que la humedad del queso no sólo depende de las condiciones iniciales de elaboración, sino también de procesos después de la elaboración asociados a la interacción entre el sistema de empaque, la actividad microbiana y la evolución estructural del queso. Por ello, el control del almacenamiento especialmente la estabilidad térmica y las propiedades de barrera del empaque resulta fundamental para mantener la estabilidad hídrica del producto, ya que variaciones en la humedad pueden afectar directamente la textura, la vida útil y la aceptabilidad sensorial del queso.

Tabla 4

Humedad del queso envasado en diferentes bolsas de polietileno.

Tratamientos	Porcentaje de Humedad (%)	Tratamientos	Porcentaje de Humedad (%)	Tratamientos	Porcentaje de Humedad (%)
T1	49.92	T10	47.23	T19	54.12
T2	49.54	T11	41.9	T20	43.04
T3	47.34	T12	47.72	T21	52.43
T4	50.25	T13	53.02	T22	54.64
T5	42.85	T14	44.84	T23	44.32
T6	48.62	T15	50.95	T24	48.73
T7	49.5	T16	54.58	T25	53.35
T8	48.44	T17	45.11	T26	41.49
T9	49.05	T18	52.37	T27	50.27

Tabla 5

Análisis de Varianza para Humedad % del queso envasado en diferentes bolsas de polietileno.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Presión de vacío (MPa)	7.36029	1	7.36029	1.45	0.2560
B: Espesor del envase	14.114	1	14.114	2.78	0.1262
C: Tiempo de almacenamiento	0.172801	1	0.172801	0.03	0.8572
AA	1.59102	1	1.59102	0.31	0.5877
AB	0.525008	1	0.525008	0.10	0.7542
AC	2.60825	1	2.60825	0.51	0.4897
CC	210.148	1	210.148	41.45	0.0001
AAB	29.1147	1	29.1147	5.74	0.0376
ACC	39.8792	1	39.8792	7.86	0.0187
Error total	50.7049	10	5.07049		
Total (corr.)	383.861	26			

R-cuadrada = 86.7908 por ciento

Nota: Resumen de Tabla 5, datos extraídos de tabla principal de Análisis de Varianza para Humedad % del queso envasado en diferentes bolsas de polietileno ubicado en Anexo página N° 70.

Los resultados de la tabla ANOVA (Tabla 5) para la humedad del queso empacado en bolsas de polietileno mostró un buen ajuste del modelo ($R^2 = 86.79\%$), indicando que la variabilidad observada es explicada en gran medida por los factores estudiados. Los efectos principales presión de vacío (A), espesor del envase (B) y tiempo de almacenamiento (C) no fueron

significativos individualmente ($p > 0.05$), lo que sugiere que, dentro de los rangos evaluados, no generan cambios directos detectables en el contenido de humedad. De igual manera, las interacciones de segundo orden AB, AC y BC no resultaron significativas, confirmando que la acción conjunta de estos factores no altera sustancialmente el equilibrio hídrico del producto. Sin embargo, el término cuadrático del tiempo (CC) fue altamente significativo ($F = 41.45$; $p = 0.0001$), evidenciando un comportamiento no lineal de la humedad durante el almacenamiento, asociado a fenómenos como sinéresis, migración de suero, proteólisis y redistribución del agua en la matriz de la caseína. Además, las interacciones de orden superior AAB ($p = 0.0376$) y ACC ($p = 0.0187$) mostraron significancia estadística, lo que indica que ciertas combinaciones específicas de presión de vacío y tiempo pueden influir indirectamente en la retención de agua debido a cambios estructurales progresivos en el queso.

Desde el punto de vista tecnológico, la humedad del quesillo está estrechamente vinculada a la estructura de la matriz de la caseína y a la dinámica entre agua libre y agua ligada. Durante el almacenamiento refrigerado ocurren procesos de sinéresis inicial, reorganización proteica y proteólisis progresiva que modifican la capacidad de retención de agua, generando fluctuaciones en el contenido hídrico del producto (Oca et al., 2019). Este comportamiento confirma que la evolución de la humedad responde principalmente a transformaciones fisicoquímicas internas más que a las características del material de empaque.

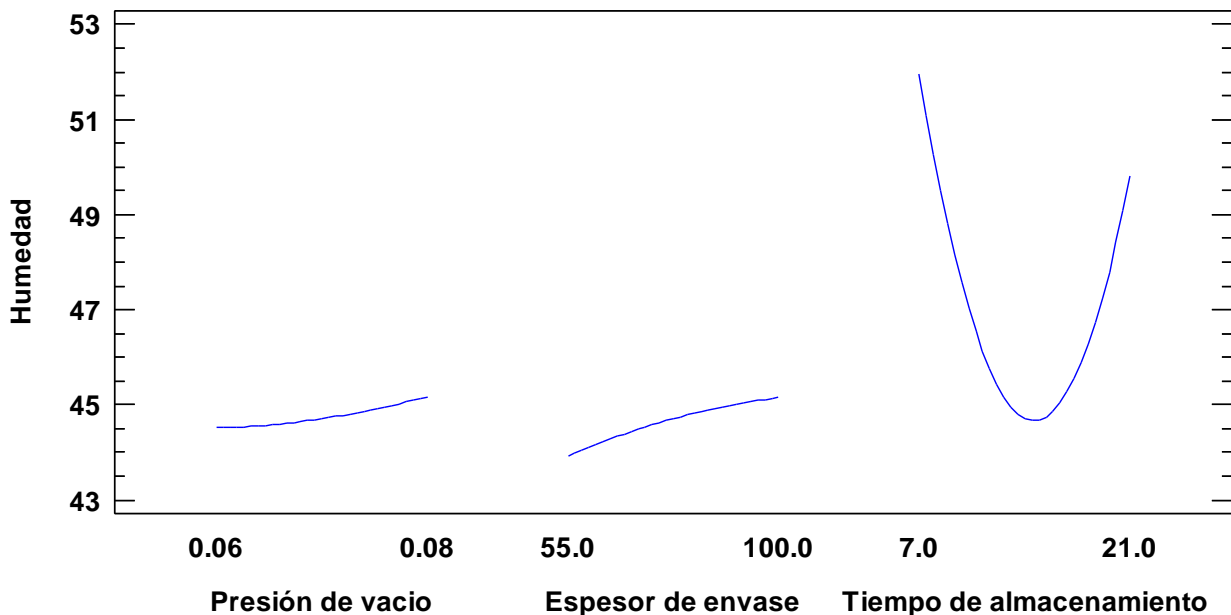
Los resultados concuerdan con lo reportado por Cortes et al. (2016), quienes observaron cambios progresivos en humedad y otros parámetros fisicoquímicos del quesillo durante el almacenamiento debido a la actividad bioquímica residual. De manera similar, Ballesta (2014) demostró en queso costeño tecnológicamente comparable al quesillo que la composición fisicoquímica y la estructura inicial del queso condicionan su capacidad de retención de agua.

Asimismo, estudios internacionales y nacionales destacan que la humedad constituye un indicador clave de estabilidad y calidad en quesos frescos, estrechamente relacionada con el tiempo de almacenamiento y la evolución microestructural del producto (Garcés y Layton, 2021; Núñez, 2023; Pisfil, 2018).

En conjunto, los resultados confirman que la variación de la humedad del quesillo está gobernada principalmente por procesos internos dependientes del tiempo, mientras que las condiciones de empaque evaluadas cumplen principalmente una función de protección y conservación, sin modificar significativamente la dinámica hídrica del producto bajo las condiciones estudiadas.

Figura 4.

Efectos principales para la humedad



La Figura 4 muestra los valores principales de las tres variables de presión de vacío, espesor de bolsas de polietileno y tiempo de almacenamiento sobre el porcentaje de humedad del

quesillo. Se observa que, a mayor presión de vacío (pasar de 0.06, 0.07 y a 0.08 MPa), la humedad aumenta ligeramente. De forma similar, el aumento en el espesor de la bolsa (de 55 a 100 micras) también se asocia con un ligero incremento del contenido de humedad. No obstante, según los resultados del análisis de varianza (ANOVA) previamente discutido, estos efectos no fueron estadísticamente significativos (valor- $P > 0.05$), lo que sugiere que, aunque se presentan tendencias en la gráfica, la variabilidad interna del experimento impide confirmar estos efectos con certeza estadística.

Mientras que el tiempo de almacenamiento es el factor con mayor efecto, mostrando un comportamiento claramente no lineal: la humedad disminuye inicialmente hasta un punto mínimo intermedio y luego vuelve a incrementarse, lo que confirma una respuesta cuadrática asociada a fenómenos dinámicos de sinéresis y redistribución del agua durante el almacenamiento.

Estos hallazgos coinciden parcialmente con investigaciones recientes. Por ejemplo, Cortes et al. (2016) reportaron que el uso de empaques más gruesos reducía la pérdida de humedad en quesillos almacenados en refrigeración, ya que ofrecían una mejor barrera contra la transferencia de vapor de agua. Asimismo, Daisuky et al. (2022) encontraron que un mayor nivel de vacío contribuía a una menor deshidratación del queso durante su almacenamiento, aunque el efecto dependía del tipo de queso y la humedad inicial.

4.1.3. Evaluación del pH del quesillo envasado en bolsas de polietileno con diferente espesor.

En la Tabla 6 se presenta los valores de pH para cada tratamiento. Los resultados arrojaron que el pH no varió entre los tratamientos y se observa que se mantuvo el mismo valor (6) para los tratamientos correspondientes a los primeros 7 días de maduración, mientras que en los 14 y 21 días descendió a 5, estos valores coinciden con los hallazgos de Vásquez et al. (2012) 5.6 y 5.8 de pH para queso blanco. Pero están por debajo de los reportados en estudios como el de Cedeño

(2015) quien encontró un valor promedio de 6.3 de potencial de hidrógeno para quesos frescos. Por otro lado, Calampa et al. (2018) reportaron valores de pH entre 5.35 y 6.52 para queso fresco de distintas localidades de la región Amazonas. Por tanto estos resultados están dentro de lo establecido por la norma técnica peruana citada por Guzman et al. (2015) quienes afirman que el valor de pH en la mayoría de los quesos frescos oscila entre 4.7 a 5.5 y pueden condicionar el desarrollo microbiano.

Los valores obtenidos en este estudio podrían influir en la vida útil del quesillo ya que un pH cercano a 5.0 favorece un entorno más ácido que inhibe el crecimiento de microorganismos patógenos y alterantes, como *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* y ciertas especies de *Enterobacteriaceae*, lo cual puede prolongar la vida útil del producto. Por el contrario, un pH más cercano a 6.0 es menos ácido y más susceptible al crecimiento microbiano, especialmente si el producto no se almacena en condiciones óptimas de refrigeración o si el empaque no proporciona una barrera adecuada (Vásquez et al., 2012).

La disminución del pH durante el almacenamiento puede explicarse por la actividad metabólica residual de bacterias ácido lácticas, las cuales continúan fermentando la lactosa remanente y producen ácido láctico y otros compuestos orgánicos que incrementan la acidez del medio. Este comportamiento ha sido ampliamente descrito en quesos frescos almacenados bajo refrigeración, donde la actividad microbiana persiste aun en condiciones de empaque al vacío o atmósferas limitadas en oxígeno (González et al., 2019; Sánchez et al., 2021). Asimismo, la retención de dióxido de carbono y metabolitos ácidos dentro del empaque contribuye a la acidificación progresiva del producto.

Desde el punto de vista tecnológico, la reducción del pH hasta valores cercanos a 5 resulta favorable para la estabilidad microbiológica del quesillo, ya que un ambiente más ácido inhibe el

crecimiento de microorganismos patógenos y alterantes como *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* y bacterias de la familia *Enterobacteriaceae* (Vásquez et al., 2012). Por ello, los resultados sugieren que el principal mecanismo de control del pH en el queso refrigerado no depende del tipo de empaque utilizado, sino de la dinámica microbiológica inherente al producto durante el almacenamiento.

El pH del queso mostró un comportamiento uniforme en todos los tratamientos evaluados, registrándose valores de 6 en los primeros 7 días de maduración y 5 en 14 y 21 días. No se observaron diferencias entre tratamientos en ningún tiempo de evaluación, evidenciando ausencia de variabilidad experimental asociada a las condiciones de empaque. Debido a que los valores fueron idénticos entre tratamientos, no se realizó análisis estadístico inferencial, las pruebas estadísticas requieren variación experimental para estimar diferencias significativas entre tratamientos (Montgomery, 2013).

Tabla 6

pH del queso envasado en diferentes bolsas de polietileno.

Tratamientos	pH	Tratamientos	pH	Tratamientos	pH
T1	6	T10	6	T19	6
T2	5	T11	5	T20	5
T3	5	T12	5	T21	5
T4	6	T13	6	T22	6
T5	5	T14	5	T23	5
T6	5	T15	5	T24	5
T7	6	T16	6	T25	6
T8	5	T17	5	T26	5
T9	5	T18	5	T27	5

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El espesor de las bolsas de polietileno empleadas en el envasado al vacío no presentó efectos estadísticamente significativos ($p > 0,05$) sobre las características fisicoquímicas evaluadas del quesillo, tales como la acidez y la humedad. Asimismo, los valores de pH no evidenciaron variaciones relevantes durante el periodo de estudio. En todos los casos, los parámetros analizados se mantuvieron dentro de los rangos característicos de los quesos frescos: acidez (0,018–0,90), humedad (41,49–54,64 %) y pH (5–6). Estos resultados indican que las diferencias en el espesor del material de empaque no influyeron de manera significativa en la transferencia de humedad ni en las condiciones internas del producto. En consecuencia, bajo condiciones de almacenamiento refrigerado, los espesores evaluados proporcionan una barrera adecuada para preservar la estabilidad fisicoquímica del quesillo.
- La presión de vacío en el envasado de quesillo no afectó significativamente ($p > 0.05$) a las características fisicoquímicas (acidez, humedad y pH). La acidez mostró un ligero incremento, lo que indica actividad fermentativa continua, el valor más alto de acidez (0.090 %) se evidenció cuando las muestras se envasaron a 0.08 MPa. De la misma manera la humedad mostró un incremento mínimo en las muestras envasadas a 0.08 MPa (54.64 %), reflejando posibles redistribuciones internas del agua. El pH presentó un comportamiento similar en todos los tratamientos, no se evidenció cambios por lo que no se realizó análisis de estadística inferencial debido a la ausencia de variación experimental.
- El tiempo de almacenamiento fue el factor que presentó mayor influencia sobre las características fisicoquímicas del quesillo. Se observaron cambios significativos en la acidez ($p = 0.0022$) y variaciones asociadas al comportamiento de la humedad y del pH a lo largo del

almacenamiento. El incremento de la acidez (0.018 a 0.081) y las variaciones del pH (reducción de 6 a 5) se atribuyen a la actividad metabólica residual de bacterias ácido-lácticas, y posiblemente por procesos de desaminación microbiana. Mientras que los cambios en humedad responden a fenómenos de sinéresis y redistribución del agua dentro de la matriz proteica del queso. Estos resultados confirman que las modificaciones fisicoquímicas del quesillo durante la conservación refrigerada están principalmente asociadas a procesos naturales de evolución microbiológica y bioquímica propios de los quesos frescos.

5.2 Recomendaciones

- En investigaciones posteriores incluir el análisis microbiológico (aerobios mesófilos, coliformes, hongos y levaduras) para complementar la evaluación fisicoquímica.
- Tomar referencia de la Presión al vacío de (0.08, 0.07 y 0.06 MPa) para envasar quesillo y evaluar su tiempo de vida útil.
- Considerar una evaluación sensorial de quesillos envasados en diferentes presiones de vacío.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almenara, F. J., Álvarez, S., Darias, J., Rodríguez, E., Díaz, C., & Fresno, M. (2007). Efecto de la maduración en la composición mineral de los quesos de cabra mejorada. *Redalyc*, 56(1), 667–371.
- AOAC. (1990). *Métodos oficiales de análisis (Volumen 1)*. Internet Archive.
- Baquero, J. (2009). Técnicas de conservación de alimentos mediante envasado al vacío. *Revista de Tecnología Alimentaria*.
- Ballesta, I. (2014). Evaluación de la calidad del queso costeño elaborado con diferentes tipos de cuajo (animal y microbiano) y la adición o no de cultivos lácticos (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* y *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*) [*Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia*]. <https://repositorio.unal.edu.co/items/12b48333-13d3-4216-8c50-9a2279bec208>.
- Belitz, H., y Schieberle, P. (2009). *Food chemistry* (4th ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-69934-7>
- Cacaungo Colcha, E. G., & Santafé Pozo, E. B. (2010). Elaboración de queso fresco con dos contenidos de humedad, dos métodos de salado, empacados al vacío utilizando dos espesores de envase. *Universidad Técnica Del Norte*, 1–18.
- Calampa, L., Fernández-Jerí, A., & Bernal, W. (2018). Physicochemical and microbiological evaluation quality of fresh cheese in the dairy basins of the Amazon Region, Peru. *Agroindustrial Science*, 8(2), 117–121. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2018.02.06>
- Casas, J. A., Castillo, H. J., Noy, J. M., Palomares, A. N., & Rodríguez, R. L. (2009). Elaboración de papel indicador a base de extractos naturales: una alternativa fundamentada en experiencias de laboratorio para el aprendizaje del concepto de pH. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 6(2), 302–314.

- Cecilio, P. L. (2014). Evaluación de la Calidad de Quesos Oaxaca Expendidos en la Ciudad de México y la Conformidad con la Normatividad Vigente. *[Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México]*.
- Cedeño Tapia, M. A. (2015). *Calidad del queso fresco en diferentes lugares de procedencias y comercialización en Quevedo*. 1–73.
- Codex Alimentarius Commission (1991). Norma general del Codex para el etiquetado de los alimentos preenvasados (Codex Stan 1-1985, Rev. 1-1991). <https://www.fao.org/4/y2770s/y2770s02>.
- Codex Alimentarius Commission. (2006). General standard for cheese (CODEX STAN A-6-1978, Rev. 1-1999, amended 2006). Food and Agriculture Organization of the United Nations; World Health Organization. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B283-1978%252FCXS_283s.pdf
- Cortes Macias, E. T., Peña Gomez, N., Amorocho Cruz, C. M., & Gutierrez Guzman, N. (2016). Evolución De Parámetros Fisicoquímicos De Quesillo Huilense, En Almacenamiento Refrigerado. *Biotechnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2), 110. [https://doi.org/10.18684/bsaa\(14\)110-118](https://doi.org/10.18684/bsaa(14)110-118)
- Cusanguá, B. C. (2021). Evaluación del efecto del método de coagulación ácido-enzimática sobre las propiedades funcionales de quesos tipo Mozzarella. *[Tesis de Pregrado, Universidad Técnica Del Norte]*.
- Daisuky Fernández, D. P., Danela Silva, S. B., Cira Duarte, Y. M., & Zerquera, O. (2022). Bolsas Flexibles para el Envasado al Vacío de Queso Mozzarella. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 32(2), 44–48.

- Dirección General de Normas. (1970). NMX-F-099-1970: Método de prueba para la determinación de pH en quesos procesados. *Secretaría de Industria y Comercio, Gobierno de México*.
- Faya Cortez, E. J., & Cabrera Ramírez, M. (2018). Evaluación de las características Fisicoquímicas y Sensoriales del Queso Fresco Elaborado con Diferentes Concentraciones de Cuajo de Cuy (*Cavia porcellus*). [*Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*]. *Repositorio Institucional - Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/4319>.
- FAO-PRODAR. (2014). Procesados de lácteos: *Fichas técnicas*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/3/a-au170s.pdf>
- Fennema, O., & Tannenbaum, S. (1996). Introducción a la química de los alimentos. *University of Wisconsin*, 1249. <https://revistas.ces.edu.co/index.php/mvz/article/view/4808/3059>
- Fox, McSweeney, P. L. H., P. F., Cotter, P., & Everett, D. W. (Eds.). (2017). Cheese: Chemistry, physics & microbiology (4.^a ed.). *Elsevier Science*. https://ccu.marmot.org/EbscoCCU/ocn987696606?utm_source=chatgpt.com
- Garcés, D. E., & Layton Buitrago, K. (2021). Elaboración de Quesillo con Adición de Piña Cristalizada y Jamón Cocido en el Municipio de San Alberto Cesar. [*Tesis de Pregrado, Universidad Industrial de Santander*].
- García, A., & García, G. (2021). Extracto hidroalcohólico de cúrcuma (*Curcuma longa* L.) como indicador en titulación ácido base de alimentos. *Acta Universitaria*, 31, 1–11. <https://doi.org/10.15174/au.2021.3188>
- García, E., Gago, L., & Fernández, J. L. (2006). Tecnología De Envasado En Atmosferas Protectoras. *CEIM*.
- González, R., Pérez, M., & López, J. (2019). Comportamiento microbiano en quesos frescos

- almacenados bajo refrigeración. *Revista de Ciencia de Alimentos*, 12(3), 45–53.
- Guzman, L. J., Mayorga, N. A., & Mejía, C. F. (2015). Evaluación de Parámetros Físicos, Químicos y Microbiológicos del Queso Fresco Prensado Producido en la Región Junín, Perú. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 5(2), 280–286.
<http://journals.continental.edu.pe/index.php/apuntes/article/view/336/343>
- Illanes, J. F. (2015). Envases flexibles plásticos: Usos y aplicaciones en la industria alimentaria. [*Tesis de Pregrado, Universidad Austral de Chile*]. *Repositorio Institucional - Universidad Austral de Chile*, 6.
- INACAL. (2019). NTP 202. 195: Leche y Productos Lácteos. Queso Fresco. Requisitos.
- León-Cárdenas, J. (2013). *Envases, Empaques y Embalajes*. 2–3.
<https://licenciadofelipeleon.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/06/envases-2013-material.pdf>
- Lucano Moreno, E. (2021). Caracterización físicoquímica del queso mantecoso que se expende en el mercado central de la ciudad de Cajamarca [Universidad Nacional de Cajamarca].
[https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/5165/Tesis Lorena Medina.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/5165/Tesis_Lorena_Medina.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Mejía Aguila, R. A. (2022). Impregnación al vacío de fructooligosacáridos de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poepp & Endl.) en manzana. *Tesis de Pregrado. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú*. www.lamolina.edu.pe/posgrado
- MIDAGRI (2006). Norma general del Codex para el queso (CODEX STAN A-6-1978, Rev. 1-1999, enmendada en 2006). <https://repositorio.midagri.gob.pe/handle/20.500.13036/1043>.
- Ministerio de la Producción. (2021). Estimación de la diversidad de tipos de queso y escenarios de producción a nivel mundial [*Informe técnico*].

- Montgomery, D. C. (2013). *Design and Analysis of Experiments* (Eighth).
- Mundo Lácteo (2020). El queso fresco: propiedades nutricionales, beneficios y tipos. <https://mundolacteo.es/queso/el-queso-fresco-propiedades-nutricionales-beneficios-y-tipos>.
- Narváez, B. L., Cruz, M. A., Henández, F., Flores, M. I. M., Martínez, D. G., & Rnagel, S. del C. (2017). Selección de bacterias ácido lácticas del queso artesanal de leche de cabra de Coahuila para uso como cultivos iniciadores. *Redalyc*, 25(72), 45–52.
- Núñez Andrade, M. P. (2023). Evaluación de las características organolépticas y fisicoquímicas de los quesos frescos de mesa que se comercializan en la sierra norte del Ecuador. [*Tesis de Pregrado, Universidad Técnica Del Norte*].
- Oca-Flores, E. M. de, Espinoza-Ortega, A., & Arriaga-Jordán, C. M. (2019). Technological and physicochemical properties of milk and physicochemical aspects of traditional Oaxaca cheese. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 10(2), 367–378. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i2.4291>
- Pisfil, J. A. (2018). Evaluación del efecto del tiempo de ahumado en la vida útil del queso ucayalino envasado al vacío en bolsas de polietileno de alta densidad [*Tesis de licenciatura*].
- Porras, N. K. (2022). Fortalecimiento de una unidad productora familiar de quesillo en Nazareno ETLA, Oaxaca a través de los principios de economía solidaria y la innovación del sistema de producción [*Tesis de grado*]. Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional – Unidad Oaxaca. http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx/jspui/handle/LITER_CIIDIROAX/633
- Ramírez, C., y Vélez, J. F. (2012). Quesos frescos: Propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. *Temas Selectos de Ingeniería en Alimentos*, 6(2), 131–148.
- Rodríguez, F. (1972). NMX-F-099-1970 Metodo De Prueba Para La Determinacion De pH en

quesos procesados.

Salas, Y. A., Salas, J. E., & Salas, Y. (2024). Efficient and Enhanced Maturation of Semi-Mature Gourmet Cheeses in the High Andean Caves of Peru. *Revista de Investigaciones Altoandinas — Journal Of High Andean Research*, 26(4), 175–179.

Sánchez-Gamboa, C. (2021). Microbial interactions within the cheese ecosystem and their application to improve quality and safety. *Foods*, 10(3), 602. <https://doi.org/10.3390/foods10030602>

Sarasua, M. (2022). Conceptos de maduración de quesos. *Cámara Nacional de Productores de Leche*.

Solís, J. V. (2018). La Calidad Integral de los Quesos Mexicanos Tradicionales. [Tesis de Pregrado, Universidad Autónoma Chapingo]. *Repositorio Institucional - Universidad Aniversidad Autónoma Chapingo*.

Universidad Nacional de la Plata. (2021). Introducción a la elaboración de quesos. Universidad Nacional de La Plata, 3, 1–88.

Vásquez, N., Duran, L., Sánchez, C., & Acevedo, I. (2012). Evaluación de las características fisicoquímicas y microbiológicas del queso blanco a nivel de distribuidores, estado Lara, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 30(3), 217–223.

Vilca, J. (2016). Elaboración y caracterización de queso fresco obtenido por coagulación enzimática [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano]. *Repositorio Institucional UNA*.

Vilela, J. A. (2019). Evaluación de tecnologías de producción de queso suizo, mozzarella, fresco y mantecoso en la Asociación Agroforestal de Canaán – AGROECAN [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria]. *Repositorio institucional UNALM*.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Panel fotográfico



a) Recepción



b) Pasteurización



c) Enfriamiento



d) Adición de Cloruro de Calcio y cuajo



e) Cortado



f) 1er Desuerado



g) 2do Desuerado



h) Moldeado



i) Volteado



j) Envasado de muestras



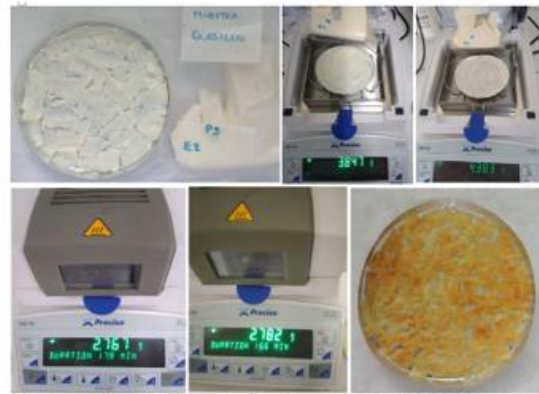
k) Empacado al vacío



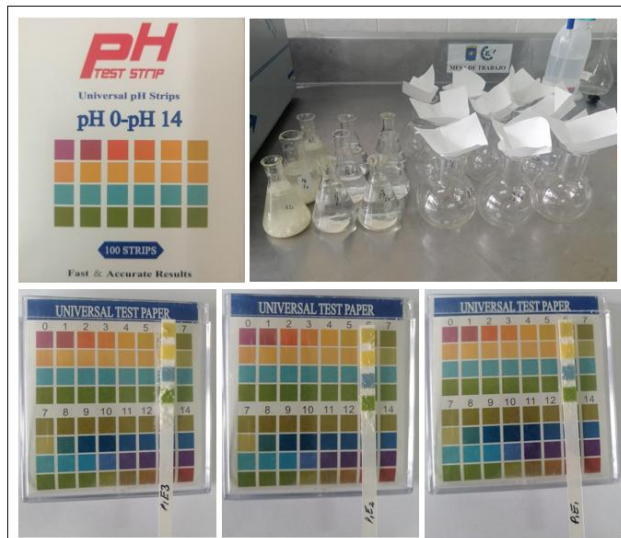
l) Almacenamiento



Determinación de la acidez de las muestras



determinación de la humedad de las muestras



Determinación del pH de las muestras

Anexo 2. Ficha técnica de bolsa de polietileno 55 micras

FICHA TÉCNICA



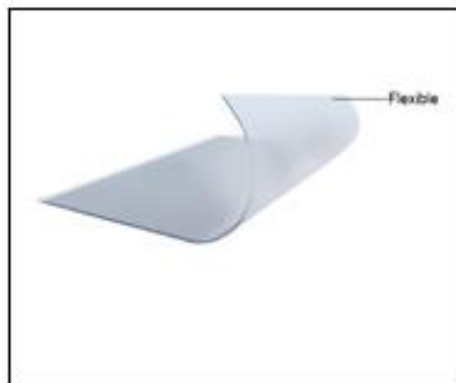
Cliete: ALITECNO P

Referencia: BOLSA COEXTRUIDA FLEXIBLE TRANSPARENTE SIN IMPRESION 13 X 20 CM EN 100 MICRAS

Producto: Bolsa plana, Flexible (Coextrusión de PA-PE) 55 micras.

Parte: A13267

COMPOSICIÓN



Material	Calibre (µm)	Gramaje (g/m ²)
Flexible (PA-PE)	55	55.2

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

Bolsa plana fabricada a partir de una película coextruida apta para contacto con alimentos. Ofrece buena barrera al vapor de agua. Posee alta propiedades mecánicas como resistencia a la deformación, ruptura y punzado. La impresión se puede realizar en la cara externa. Posee altas propiedades mecánicas y un amplio rango de selle.

APLICACIONES:

Utilizado para empaquetar productos sometidos a manipulación y exigencia mecánica. Se puede utilizar para empaquetar productos al vacío, atmósfera modificada, refrigerar o congelar. Dependiendo de la aplicación y el producto a empaquetar se deben realizar pruebas de validación en cada caso. Este material no está garantizado para procesos térmicos ni llenado en caliente, con temperaturas superiores a 80° C.



Alico S.A.S. BIC • NIT: 890928257 9 ☎ Calle 10 Sur 50 FF 127 Medellín - Colombia ☎ (57) 604 360030
✉ servicioalcliente@alico-sa.com 🌐 www.alico-sa.com 📱 @alicoempaques 📺 AlicoSA

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO:

PROPIEDAD	VALOR	TOLERANCIA	UNIDADES	NORMA Ó PROCEDIMIENTO
GENERALES				
Ancho	13	± 0.5	cm	F-P-E-C-002
Largo	20	± 0.5	cm	F-P-E-C-002
Calibre	55	± 10 %	µm	F-P-E-L-004
Gramaje	55.2	± 10 %	g / m ²	--
Peso	4.99	± 10 %	g / Unidad	--
BARRERA				
OTR (Transmisión de oxígeno)	< 70	--	cc/(m ² *24hr*atm)	ASTM D3985 23° C 0% HR*
WVTR (Transmisión vapor de agua)	< 10	--	g/(m ² *24hr*atm)	ASTM F1249, 38° C 90% HR*
FÍSICO-MECÁNICAS				
Temperatura de sellado	140	± 20	° C	P-ST-003
Fuerza de sellado	> 2.5	--	kgf / in	P-ST-003
Fuerza de laminación	> 200	--	gf / pulgada	P-ST-004



Alico S.A.S. BIC • NIT: 890928257 9 ☎ Calle 10 Sur 50 FF 127 Medellín - Colombia ☎ (57) 604 3600030
 📧 servicioalcliente@alico-sa.com 🌐 www.alico-sa.com 📧 @alicoempaqués 📧 AlicoSA

RECOMENDACIONES PREVIAS AL USO

Se sugiere realizar pruebas industriales para la aplicación requerida y según las condiciones del proceso de cada cliente. El uso de cada empaque depende de la vida útil, rotación, tipo de llenado, sistema de conservación, presentación final.

CONDICIONES TÉCNICAS PARA EMPACADO EN CALIENTE

Esta estructura al tener polietileno en su capa sellante no es recomendada para empacar producto a una temperatura mayor a 80° C, igualmente después del empaque en caliente se recomienda hacer un choque térmico.

Cada producto, cliente, proceso de empaque es diferente, así que recomendamos que el cliente realice pruebas bajo sus condiciones particulares y valide el uso del material según su necesidad. Para empacar productos a una temperatura mayor a 80° C, se recomienda utilizar como capa sellante PP.

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

El material no debe estar expuesto a rayos solares directos ni cerca a fuentes de calor. Debe estar aislado de materiales aromáticos y vapores. Debe estar protegido de la lluvia y la humedad. No debe estar puesto directamente en el piso, debe estar retirado de productos químicos y evitar la contaminación por roedores y polvo. Siempre debe estar cubierto con bolsas y dentro de cajas preferiblemente.

La garantía comercial que Alico S.A.S BIC otorga a este material en las condiciones de almacenamiento mencionadas es de 1 Año.

CUMPLIMIENTO NORMATIVO

El material de envase elaborado por Alico S.A.S. BIC cumple con Resolución 683 de 2012 para envases destinados a entrar en contacto con alimentos y bebidas, Buenas Prácticas de Fabricación (BPF), revisión de listas positivas en el reglamento 10/2011 de U.E., Resolución 4143 de 2012 para materiales poliméricos, Resolución 834 de 2012 para materiales celulósicos, cumple con límites de migración específica para Aminas aromáticas, N-Nitrosaminas y N- Nitrosables, límite de migración global <8 mg/dm² y sumatoria del contenido de metales pesados: Mercurio, Cadmio, Plomo y Cromo hexavalente <100 ppm.



Anexo 3. Ficha técnica de bolsa de polietileno 70 micras

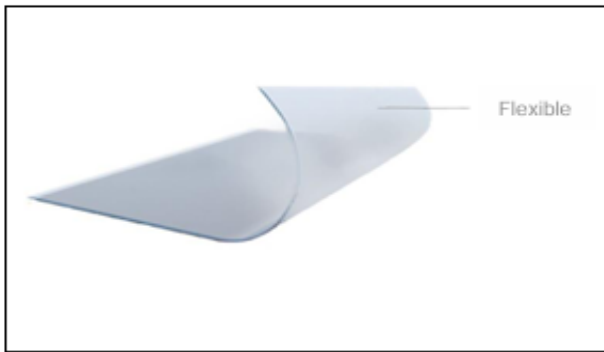
FICHA TÉCNICA



GENÉRICA

Producto: Bolsa, Flexible (Coext. PA-PE) 70 micras.

COMPOSICIÓN



Material	Calibre (µm)	Gramaje (g/m ²)
Flexible (PA-PE)	70	68.2

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

Bolsa fabricada a partir de una película coextruida apta para contacto con alimentos. Ofrece media barrera al vapor de agua y oxígeno. La impresión se puede realizar en la cara externa. La coextrusión con poliamida ofrece buenas propiedades físicas y mecánicas como resistencia a la deformación, ruptura, punzado y un amplio rango de selle, si lleva pigmento blanco aporta leve barrera a la luz.

APLICACIONES

Utilizado para empacar productos sometidos a manipulación y exigencia mecánica como: alimentos, cosméticos, farmacéuticos, entre otros. Apto para refrigerar, congelar y métodos de conservación como vacío o atmosfera modificada. Dependiendo de la aplicación y el producto a empacar se deben realizar pruebas de validación en cada caso. Referencias que incluyan válvulas o zipper como aditamentos no se recomiendan para métodos de conservación como vacío o atmósfera modificada. Este material no está garantizado para procesos térmicos ni llenado en caliente con temperaturas superiores a 80° C.



Dirección: Calle 10 Sur 50 FF 63 · Medellín Colombia · Teléfono: (4) 360 00 30 · www.alico-sa.com
email: servicioalcliente@alico-sa.com · [instagram.com/Alicoeempaques](https://www.instagram.com/Alicoeempaques) · [youtube.com/user/AlicoSA](https://www.youtube.com/user/AlicoSA)

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO:

PROPIEDAD	VALOR	TOLERANCIA	UNIDADES	NORMA Ó PROCEDIMIENTO
GENERALES				
Ancho	-	± 0.5	cm	Q-P-SF-S-001
Largo	-	± 0.5	cm	Q-P-SF-S-001
Fuelle	-	± 0.5	cm	Q-P-SF-S-001
Calibre	70	± 10 %	µm	Q-P-SF-S-001
Gramaje	68.2	± 10 %	g / m ²	--
BARRERA				
OTR (Transmisión de oxígeno)	< 70	--	cc/(m ² *24hr*atm)	ASTM D3985 23° C 0% HR*
WVTR (Transmisión vapor de agua)	< 10	--	g/(m ² *24hr*atm)	ASTM F1249, 38° C 90% HR*
FÍSICO-MECÁNICAS				
Temperatura de sellado	140	± 20	° C	P-STP-003
Fuerza de sellado	> 2.5	--	kgf / pulgada	P-STP-003



Dirección: Calle 10 Sur 50 FF 63 · Medellín Colombia · Teléfono: (4) 360 00 30 · www.alico-sa.com
 email: servicioalcliente@alico-sa.com · [instagram.com/Alicoempaques](https://www.instagram.com/Alicoempaques) · [youtube.com/user/AlicoSA](https://www.youtube.com/user/AlicoSA)

RECOMENDACIONES PREVIAS AL USO

Se sugiere realizar pruebas industriales para la aplicación requerida y según las condiciones del proceso de cada cliente. El uso de cada empaque depende de la vida útil (rotación), tipo de llenado, sistema de conservación, presentación final.

CONDICIONES TÉCNICAS PARA EMPACADO EN CALIENTE

Esta estructura al tener polietileno en su capa sellante no es recomendada para empacar producto a una temperatura mayor a 80° C, Igualmente después del empaque en caliente se recomienda hacer un choque térmico.

Cada producto, cliente, proceso de empaque es diferente, así que recomendamos que el cliente realice pruebas bajo sus condiciones particulares y valide el uso del material según su necesidad. Para empacar productos a una temperatura mayor a 80° C, se recomienda utilizar como capa sellante PP.

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

El material no debe estar expuesto a rayos solares directos ni cerca a fuentes de calor. Debe estar aislado de materiales aromáticos y vapores. Debe estar protegido de la lluvia y la humedad. No debe estar puesto directamente en el piso, debe estar retirado de productos químicos y evitar la contaminación por roedores y polvo. Siempre debe estar cubierto con bolsas y dentro de cajas preferiblemente.

La garantía comercial que Alico S.A. otorga a este material en las condiciones de almacenamiento mencionadas es de 1 Año.

ESPECIFICACIONES DE EMBALAJE

Las bolsas y los rollos son empacadas en bolsas plásticas de PEBD y posteriormente en cajas de cartón.

*La información contenida en esta ficha técnica está basada en medidas que se han generado en nuestro laboratorio y en mediciones con entidades externas. Los valores pueden ser ajustados periódicamente de acuerdo con las mediciones que se efectúen en la producción de esta misma estructura.



Fecha de actualización: 09 de enero de 2020

Fecha de emisión: 21 de diciembre de 2020

Dirección: Calle 10 Sur 50 FF 63 · Medellín Colombia · Teléfono: (4) 360 00 30 · www.alico-sa.com
email: servicioalcliente@alico-sa.com · [instagram.com/Alicoempaques](https://www.instagram.com/Alicoempaques) · [youtube.com/user/AlicoSA](https://www.youtube.com/user/AlicoSA)

Anexo 4. Ficha técnica de bolsa de polietileno 100 micras

FICHA TÉCNICA



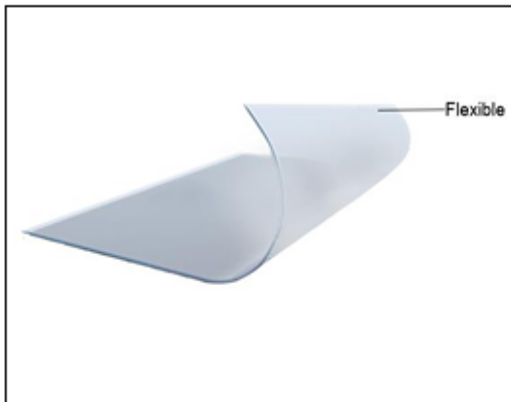
Cliente: ALICO S.A

Referencia: BOLSA COEXTRUIDA FLEXIBLE SIN IMPRESION 13 X 20
EN 100 MICRAS

Producto: Bolsa plana, Flexible (Coextrusión de PA-PE) 100 micras.

Parte: A13267

ESPACIO PARA DISEÑO



COMPOSICIÓN

Material	Calibre (µm)	Gramaje (g/m ²)
Flexible (PA-PE)	100	92.1

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

Bolsa plana fabricada a partir de una película coextruida apta para contacto con alimentos. Ofrece buena barrera al vapor de agua. Posee alta propiedades mecánicas como resistencia a la deformación, ruptura y punzado. La impresión se puede realizar en la cara externa. Posee altas propiedades mecánicas y un amplio rango de selle.

APLICACIONES:

Utilizado para empaclar productos sometidos a manipulación y exigencia mecánica. Se puede utilizar para empaclar productos al vacío, atmósfera modificada, refrigerar o congelar. Dependiendo de la aplicación y el producto a empaclar se deben realizar pruebas de validación en cada caso. Este material no está garantizado para procesos térmicos ni llenado en caliente, con temperaturas superiores a 80° C.



Dirección: Calle 10 Sur 50 FF 63 · Medellín Colombia · **Teléfono:** (4) 360 00 30 · www.alico-sa.com
email: servicioalcliente@alico-sa.com · [instagram.com/Alicoempaques](https://www.instagram.com/Alicoempaques) · [youtube.com/user/AlicoSA](https://www.youtube.com/user/AlicoSA)

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO:

PROPIEDAD	VALOR	TOLERANCIA	UNIDADES	NORMA Ó PROCEDIMIENTO
GENERALES				
Ancho	13	± 0.5	cm	PPD01
Largo	20	± 0.5	cm	PPD01
Calibre	100	± 10 %	µm	PPD01
Gramaje	92.1	± 10 %	g / m2	--
BARRERA				
OTR (Transmisión de oxígeno)	< 70	--	cc/(m2*24hr*atm)	ASTM D3985 23° C 0% HR*
WVTR (Transmisión vapor de agua)	< 10	--	g/(m2*24hr*atm)	ASTM F1249, 38° C 90% HR*
FÍSICO-MECÁNICAS				
Temperatura de sellado	140	± 20	° C	P-STP-003
Fuerza de sellado	> 2.5	--	kgf / in	P-STP-003
Fuerza de laminación	> 200	--	gf / pulgada	P-STP-004



Dirección: Calle 10 Sur 50 FF 63 · Medellín Colombia · Teléfono: (4) 360 00 30 · www.alico-sa.com
 email: servicioalcliente@alico-sa.com · [instagram.com/Alicoempaques](https://www.instagram.com/Alicoempaques) · [youtube.com/user/AlicoSA](https://www.youtube.com/user/AlicoSA)

RECOMENDACIONES PREVIAS AL USO

Se sugiere realizar pruebas industriales para la aplicación requerida y según las condiciones del proceso de cada cliente. El uso de cada empaque depende de la vida útil (rotación), tipo de llenado, sistema de conservación, presentación final.

CONDICIONES TÉCNICAS PARA EMPACADO EN CALIENTE

Esta estructura al tener polietileno en su capa sellante no es recomendada para empacar producto a una temperatura mayor a 80° C, Igualmente después del empaque en caliente se recomienda hacer un choque térmico.

Cada producto, cliente, proceso de empaque es diferente, así que recomendamos que el cliente realice pruebas bajo sus condiciones particulares y valide el uso del material según su necesidad. Para empacar productos a una temperatura mayor a 80° C, se recomienda utilizar como capa sellante PP.

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

El material no debe estar expuesto a rayos solares directos ni cerca a fuentes de calor. Debe estar aislado de materiales aromáticos y vapores. Debe estar protegido de la lluvia y la humedad. No debe estar puesto directamente en el piso, debe estar retirado de productos químicos y evitar la contaminación por roedores y polvo. Siempre debe estar cubierto con bolsas y dentro de cajas preferiblemente.

La garantía comercial que Alico S.A. otorga a este material en las condiciones de almacenamiento mencionadas es de 1 Año.

ESPECIFICACIONES DE EMBALAJE

Las bolsas y los rollos son empacadas en bolsas plásticas de PEBD y posteriormente en cajas de cartón.

La información contenida en esta ficha técnica está basada en medidas que se han generado en nuestro laboratorio y en mediciones con entidades externas. Los valores pueden ser ajustados periódicamente de acuerdo a las mediciones que se efectúen en la producción de esta misma estructura. Los valores reportados corresponden a mediciones en tramos específicos del material y pueden mostrar alguna desviación en otras zonas. El comportamiento real solo puede ser evidenciado en la planta del cliente.



Fecha de actualización: 18 de julio de 2018

Fecha de emisión: 31 de julio de 2019

Dirección: Calle 10 Sur 50 FF 63 · Medellín Colombia · Teléfono: (4) 360 00 30 · www.alico-sa.com
email: servicioalcliente@alico-sa.com · [instagram.com/Alicoempaques](https://www.instagram.com/Alicoempaques) · [youtube.com/user/AlicoSA](https://www.youtube.com/user/AlicoSA)

Anexo 5

Tabla 3

Análisis de varianza para la variable Acidez del queso envasado en diferentes bolsas de polietileno.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Presión de vacío (MPa)	0.00000190343	1	0.00000190343	0.02	0.8855
B: Espesor del envase	0.0000974127	1	0.0000974127	1.12	0.3156
C: Tiempo de almacenamiento	0.00145453	1	0.00145453	16.66	0.0022
AA	0.000119684	1	0.000119684	1.37	0.2688
AB	0.0000440833	1	0.0000440833	0.51	0.4935
AC	0.000229357	1	0.000229357	2.63	0.1361
BB	0.0000628651	1	0.0000628651	0.72	0.4159
BC	0.0000140833	1	0.0000140833	0.16	0.6964
CC	0.00584684	1	0.00584684	66.99	0.0000
AAB	0.0000270489	1	0.0000270489	0.31	0.5900
AAC	4.44444E-7	1	4.44444E-7	0.01	0.9445
ABB	0.00000629762	1	0.00000629762	0.07	0.7937
ABC	0.000120024	1	0.000120024	1.38	0.2681
ACC	0.0000934444	1	0.0000934444	1.07	0.3252
BBC	0.0000200119	1	0.0000200119	0.23	0.6424
BCC	0.0000270489	1	0.0000270489	0.31	0.5900
Error total	0.000872841	10	0.000872841		
Total (corr.)	0.0181363	26			

R- cuadrada = 95.1873 por ciento

Anexo 6

Tabla 5

Análisis de Varianza para Humedad % del queso envasado en diferentes bolsas de polietileno.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Presión de vacío (MPa)	7.36029	1	7.36029	1.45	0.2560
B: Espesor del envase	14.114	1	14.114	2.78	0.1262
C: Tiempo de almacenamiento	0.172801	1	0.172801	0.03	0.8572
AA	1.59102	1	1.59102	0.31	0.5877
AB	0.525008	1	0.525008	0.10	0.7542
AC	2.60825	1	2.60825	0.51	0.4897
BB	0.00411429	1	0.00411429	0.00	0.9778
BC	0.00333333	1	0.00333333	0.00	0.9800
CC	210.148	1	210.148	41.45	0.0001
AAB	29.1147	1	29.1147	5.74	0.0376
AAC	16.362	1	16.362	3.23	0.1027
ABB	1.24343	1	1.24343	0.25	0.6312
ABC	0.256152	1	0.256152	0.05	0.8267
ACC	39.8792	1	39.8792	7.86	0.0187
BBC	0.0550298	1	0.0550298	0.01	0.9191
BCC	2.73482	1	2.73482	0.54	0.4796
Error total	50.7049	10	5.07049		
Total (corr.)	383.861	26			

R-cuadrada = 86.7908 por ciento