

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN  
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**T E S I S**

**“RELACIÓN DE LA FUERZA DE CUAJADA Y CALIDAD SENSORIAL  
DEL QUESILLO, ELABORADO CON DOS CUAJOS ARTESANALES”**

**Para Optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**ALESSANDRA PAOLA PALOMINO RODRIGUEZ**

**ASESOR:**

**Ing. Msc FANNY RIMARACHÍN CHÁVEZ**

**CAJAMARCA – PERÚ**

**2024**

## CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:  
ALESSANDRA PAOLA PALOMINO RODRIGUEZ  
DNI:74867077  
Escuela Profesional/Unidad UNC:  
DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
  
  2. Asesor:  
Ing.M.Sc Fanny Rimarachín Chávez  
Facultad/Unidad UNC:  
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:  
RELACIÓN DE LA FUERZA DE CUAJADA Y CALIDAD SENSORIAL DEL QUESILLO, ELABORADO  
CON DOS CUAJOS ARTESANALES
  
  6. Fecha de evaluación: 28/01/2025
  
  7. Software antiplagio:  TURNITIN       URKUND (ORIGINAL) (\*)
  
  8. Porcentaje de Informe de Similitud: 22%
  
  9. Código Documento: 3117:424057826
  
  10. Resultado de la Evaluación de Similitud: 22%
- APROBADO     PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 30/01/2025

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 <hr/> <b>Ing.M.Sc Fanny Rimarachín Chávez</b> <b>DOCENTE/ASESOR</b> <b>DNI: 40028465</b>

\* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



**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 diecisiete días del mes de diciembre del año dos mil veinticuatro, 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° 290-2024-FCA-UNC, de fecha 17 de julio del 2024**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: "**RELACIÓN DE LA FUERZA DE CUAJADA Y CALIDAD SENSORIAL DEL QUESILLO, ELABORADO CON DOS CUAJOS ARTESANALES**", realizada por la Bachiller **ALESSANDRA PAOLA PALOMINO RODRIGUEZ** para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**.

A las once horas y diez 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, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**.

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

Dr. Jimmy Frank Oblitas Cruz  
PRESIDENTE

Dr. José Gerardo Salhuana Granados  
SECRETARIO

Ing. Mtr. Max Edwin Sangay Terrones  
VOCAL

Ing. M. Sc. Fanny Lucila Rimarachín Chávez  
ASESORA

## **DEDICATORIA**

Agradecimientos especiales a Dios, cuya fuerza y coraje me guiaron a través de los desafíos y contratiempos, permitiéndome alcanzar este importante capítulo en mi vida académica.

A mis hermanas Luciana, Fabiana y Luhana por estar en los momentos más importante de mi vida.

A mis padres cuyo amor y apoyo incondicional han sido el faro que ilumina mi camino, con su ejemplo, me han enseñado la importancia de la perseverancia y la determinación, inspirándome a nunca renunciar y seguir adelante con valentía.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Facultad de Ciencias Agrarias, en particular a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, por brindar una formación académica sólida y de calidad, facilitada por sus dedicados maestros.

Expreso mi especial gratitud a mi asesora, la Ing. Mg. Sc. Fanny Rimarachín Chávez, cuya experiencia profesional y orientación constante fueron fundamentales para la realización y éxito de esta tesis.

Finalmente, agradezco profundamente a mi familia, por ser un ejemplo constante de profesionalismo y por su incondicional apoyo, siempre atentos a mi progreso y al desarrollo de este proyecto, permitiéndome alcanzar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias.

## ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I .....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Descripción del problema.....	2
1.2. Formulación del problema .....	4
1.3. Justificación.....	4
1.3.1. Justificación Científica.....	4
1.3.2. Justificación Tecnológica.....	4
1.3.3. Justificación Social .....	5
1.3.4. Justificación Individual .....	5
1.4. Objetivos .....	6
1.4.1. Objetivo general.....	6
1.4.2. Objetivos específicos .....	6
1.5. Hipótesis.....	6
CAPITULO II.....	7
REVISIÓN DE LITERATURA .....	7
2.1. Antecedentes .....	7
2.2. Marco teórico .....	12
2.2.1. Definición y características del quesillo .....	12
2.2.2. Importancia económica y cultural del quesillo .....	14
2.2.3. Descripción del proceso de elaboración del quesillo.....	15

2.2.4.	Fuerza de cuajada en la producción de quesillo.....	16
2.2.5.	Calidad o evaluación sensorial del quesillo .....	18
2.2.6.	Cuajos artesanales .....	21
2.2.7.	Relación entre fuerza de cuajada y calidad sensorial del quesillo .....	25
2.3.	Definición de términos .....	27
CAPITULO III.....		29
MATERIALES Y MÉTODOS .....		29
3.1.	Ubicación .....	29
3.2.	Materiales .....	30
3.2.1.	Materia Prima.....	30
3.2.2.	Insumos .....	30
3.2.3.	Material y equipo de laboratorio.....	30
3.3.	Metodología .....	31
3.3.1.	Variables .....	31
3.3.2.	Diseño experimental y arreglo de tratamientos .....	31
3.3.3.	Procedimientos.....	32
3.3.4.	Evaluaciones .....	38
CAPITULO IV.....		41
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		41
4.1.1.	Fuerza de cuajada del quesillo con dos tipos de cuajo artesanales .....	41
4.1.2.	Calidad sensorial del quesillo elaborado con dos tipos de cuajo artesanales ....	44

CAPITULO V .....	56
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	56
5.1. Conclusiones .....	56
5.2. Recomendaciones.....	56
BIBLIOGRAFÍA .....	58
ANEXOS .....	69

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Resumen de las características organolépticas del quesoillo.....	20
Tabla 2 Cuajos según especies.....	22
Tabla 3 Características de los cuajos y coagulantes de lácteos. ....	24
Tabla 4 Descripción de los tratamientos.....	32
Tabla 5 Escala hedónica para la evaluación sensorial de los atributos.....	39
Tabla 6 Escala hedónica de preferencia.....	40
Tabla 7 Denominación de las categorías de acuerdo al puntaje de la escala hedónica. ....	40
Tabla 8 Análisis de varianza (ANOVA) para la fuerza de cuajada de los distintos tipos de quesoillo elaborados con dos de cuajo artesanales (Datos Transformados con $\sqrt{x}$ ).....	41
Tabla 9 Prueba de Tukey para las medias de la fuerza de cuajada de los distintos tipos de quesoillos elaborados con dos cuajos artesanales.....	42
Tabla 10 Análisis de varianza (ANOVA) para el sabor de los distintos tipos de quesoillos elaborados con dos cuajos artesanales (Datos Transformados con $\sqrt{x}$ ).....	45
Tabla 11 Prueba de Tukey para las medias del puntaje del sabor de los distintos tipos de quesoillos elaborados con dos cuajos artesanales.....	46
Tabla 12 Análisis de varianza (ANOVA) para el color de los distintos tipos de quesoillos elaborados con dos cuajos artesanales (Datos Transformados con $\sqrt{x}$ ).....	48
Tabla 13 Prueba de Tukey para las medias del puntaje del color de los distintos tipos de quesoillos elaborados con dos cuajos artesanales.....	49
Tabla 14 Análisis de varianza (ANOVA) para el olor de los distintos tipos de quesoillos elaborados con dos cuajos artesanales (Datos Transformados con $\sqrt{x}$ ).....	51
Tabla 15 Prueba de Tukey para las medias del puntaje del olor de los distintos tipos de quesoillos elaborados con dos cuajos artesanales.....	52

Tabla 16 Análisis de varianza (ANOVA) para la textura de los distintos tipos de quesillos elaborados con dos cuajos artesanales (Datos Transformados con $\sqrt{x}$ ).....	53
Tabla 17 Prueba de Tukey para las medias del puntaje de la textura de los distintos tipos de quesillos elaborados con dos cuajos artesanales.....	54
Tabla 18 Resultados de la evaluación sensorial para el atributo sabor.....	70
Tabla 19 Resultados de la evaluación sensorial para el atributo color.....	71
Tabla 20 Resultados de la evaluación sensorial para el atributo olor.....	72
Tabla 21 Resultados de la evaluación sensorial para el atributo textura.....	73

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Plano de Ubicación de la investigación.....	29
Figura 2 Flujograma de elaboración de queso artesanal.....	33
Figura 3. Flujograma de elaboración de cuajo artesanal ovino / bovino .....	36
Figura 4 Puntaje de la fuerza de cuajada de los distintos tipos de quesillos elaborados con dos cuajos artesanales.....	43
Figura 5 Puntaje del sabor de los distintos tipos de quesillos elaborados con dos cuajos artesanales.....	46
Figura 6 Puntaje del color de los distintos tipos de quesillos elaborados con dos cuajos artesanales.....	49
Figura 7 Puntaje del olor de los distintos tipos de quesillos elaborados con dos cuajos artesanales.....	52
Figura 8 Puntaje de la textura de los distintos tipos de quesillos elaborados con dos cuajos artesanales.....	55
Figura 9 Encuesta hedónica para determinar el grado de aceptabilidad del queso con cuajo artesanal .....	69
Figura 10 Cultivo Láctico .....	74
Figura 11 Insumo: Fosfato monocálcico.....	74
Figura 12 Cuajo artesanal de ovino .....	75
Figura 13 Cuajo artesanal de bovino .....	75
Figura 14 Recepción de leche .....	76
Figura 15 Análisis de leche.....	76
Figura 16 Pasteurización de leche.....	77
Figura 17 Corte de cuajada .....	77

Figura 18 Desuerado .....	78
Figura 19 Quesillo artesanal con dos cuajos artesanales .....	78
Figura 20 Muestras para evaluación sensorial de quesillo.....	79
Figura 21 Panelistas evaluando muestras de quesillo .....	79

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se basa en la valoración sobre la relación entre la fuerza de cuajada y la calidad sensorial del queso artesanal lo cual representa una barrera para la mejora y la diferenciación del producto en un mercado cada vez más competitivo. Con el objetivo de evaluar la relación de fuerza de cuajada y calidad sensorial del queso elaborado con dos tipos de cuajo artesanales en Cajamarca. Se empleó un diseño de investigación completamente aleatorio (DCA), que incluyó seis tratamientos distintos: T1 con 40 ml de cuajo de ovino, T2 con 80 ml de cuajo de ovino, T3 con 120 ml de cuajo de ovino, T4 con 40 ml de cuajo de bovino, T5 con 80 ml de cuajo de bovino y T6 con 120 ml de cuajo de bovino. Los resultados indicaron que el tratamiento 1 fue el más eficaz en términos de tiempo y fuerza de cuajado (1:25,000), mientras que el tratamiento 4, con 40 ml de cuajo de bovino, mostró una fuerza inferior (1:21,000), indicando mayor eficiencia del tratamiento 1 en la producción de queso; con respecto al análisis sensorial de los distintos tratamientos de queso elaborados con diferentes cantidades de cuajo de bovino y ovino se reveló diferencias altamente significativas ( $p < 0.0001$ ) en sabor, color y olor; el queso elaborado con 80 ml de cuajo de bovino (T5) destacó como el más sabroso, visualmente atractivo y con el olor más agradable para los panelistas; además, se observaron diferencias significativas ( $p = 0.0006$ ) en la textura, siendo el queso con 80 ml de cuajo de bovino (T5) el mejor valorado en este aspecto. En conclusión, el tratamiento T5 con 80 ml de cuajo de bovino obtuvo las mejores calificaciones en sabor, color, olor y textura. Es considerado el de mayor calidad sensorial y más óptimo en términos de fuerza de cuajada y calidad del queso, sugiriendo que 80 ml de cuajo de bovino son ideales para estas características.

**Palabras Claves:** relación fuerza de cuajada, calidad sensorial, cuajo artesanal.

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

El quesillo es un tipo de queso fresco tradicional de la región de Cajamarca, elaborado artesanalmente con cuajo natural a partir de leche entera cruda de vaca; representa un producto de fuerte arraigo cultural y gran importancia económica en la zona, constituyendo la materia prima para la elaboración de reconocidos derivados lácteos como el manjarblanco; la creciente demanda interna de quesillo cajamarquino en los últimos años ha impulsado su producción artesanal, convirtiéndolo en uno de los principales rubros de la economía provincial.

Sin embargo, la elaboración del quesillo basada en métodos tradicionales presenta una gran variabilidad entre productores respecto a procedimientos, rendimientos y características sensoriales del producto final (Espejel et al., 2018). Uno de los factores determinantes durante el procesamiento es la etapa de cuajado de la leche, la cual depende principalmente del tipo de cuajo empleado y las condiciones de tiempo y temperatura aplicadas para lograr una adecuada coagulación de caseínas (Sbodio y Revelli, 2012). Un exceso en la fuerza de cuajada puede ocasionar quesillos de textura seca, gomosa y poco flexible; mientras que una cuajada débil deriva en productos excesivamente blandos y de alto contenido de humedad (Bernal, 2022).

Esta problemática resalta la necesidad de investigar la posible relación entre la fuerza de cuajada y ciertos atributos de calidad sensorial que determinan la aceptabilidad del producto final como el quesillo (Sandoval, 2019). Profundizar en este aspecto permitirá estandarizar y mejorar los procesos artesanales, impactando positivamente en la calidad comercial del quesillo cajamarquino (Espinoza et al., 2012).

La presente investigación se centra en la relación entre la fuerza de cuajada y la calidad sensorial del quesillo. La elección de los cuajos ovino y bovino como objetos de estudio se fundamenta en su variabilidad en términos de propiedades coagulantes y en la diversidad de sus perfiles de aroma y sabor (Jiménez, 2019). Estas diferencias tienen el potencial de influir significativamente en las características sensoriales del producto final, y este estudio tiene como objetivo comprender y cuantificar dicha influencia (Canchihuaman y Porras, 2022).

La fuerza de cuajada es un parámetro crucial que se relaciona con la retención de humedad, la textura y la capacidad de fundido del queso (Ruiz, 2023). Además, la calidad sensorial es un aspecto de gran importancia, ya que determina la satisfacción del consumidor (Porras, 2022). Por lo tanto, se busca examinar la relación entre la fuerza de cuajada y la calidad sensorial del quesillo, con el propósito de contribuir a los procesos de producción quesera.

A través de una serie de experimentos y análisis que abarcarán pruebas sensoriales, evaluaciones de la fuerza de cuajada y análisis químicos y físicos de los quesillos elaborados, se pretende obtener resultados para determinar la elección de cuajo artesanal para la elaboración de quesillo.

## **1.1. Descripción del problema**

A nivel global, la producción de queso alcanzó un volumen aproximado de 22 millones de toneladas métricas en el 2021, registrando un incremento del 14% en comparación al 2012; la creciente demanda de productos lácteos en los mercados asiáticos y de Oriente Medio han impulsado este crecimiento; se prevé que la producción de queso a nivel mundial podría crecer un 30% y superar los 30 millones de toneladas métricas para el 2030 (Statista, 2023).

En Latinoamérica, la producción total de todo tipo de quesos ascendió a alrededor de 2 millones de toneladas en 2021; México se posiciona como el mayor productor con 1 millón de toneladas métricas, seguido por Argentina con 450 mil toneladas, Brasil con 310 mil toneladas y Chile con 180 mil toneladas métricas de producción en el último año; la elaboración artesanal representa entre el 20 % al 60 % del total producido en estos países (Guest, s. f.).

En Perú, la producción nacional de quesos alcanzó las 104 mil toneladas métricas en el 2021, registrando un incremento del 8 % respecto al 2020, impulsado por mayor demanda interna de productos lácteos; la elaboración de quesillos artesanales constituye alrededor del 12 % de este volumen nacional (Espinoza et al., 2012).

Particularmente, en Cajamarca, principal cuenca lechera del país, se produjeron 98 millones de litros de leche en el 2021, destinando cerca de 20 millones de litros a la elaboración artesanal de quesillos; esto representó una producción aproximada de 5 mil toneladas métricas de quesillo en Cajamarca durante el 2021 (Gobierno Regional Cajamarca, 2021).

A nivel de la provincia de Cajamarca, se estima que solo el 65 % de los quesillos producidos artesanalmente cumplen con los estándares mínimos de calidad, presentando deficiencias en características sensoriales como textura, aroma, sabor y consistencia, limitando su comercialización en mercados más competitivos; estas deficiencias podrían estar asociadas a inadecuados procesos de cuajado (Requejo, 2019).

Sin embargo, a pesar del potencial económico del quesillo artesanal, persisten desafíos en cuanto a la calidad y la estandarización del producto; la falta de investigación específica sobre la relación entre la fuerza de cuajada y la calidad sensorial del quesillo artesanal

representa una barrera para la mejora y la diferenciación del producto en un mercado cada vez más competitivo y exigente, tanto a nivel local, nacional e internacional.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es la relación de la fuerza de cuajada y calidad sensorial del quesillo, elaborado con dos cuajos artesanales?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Justificación Científica**

Este trabajo investigativo se basa en cerrar las brechas de conocimiento existentes en el campo de la tecnología láctea; aunque se ha investigado ampliamente la relación entre la fuerza de cuajada y la calidad sensorial en diversos tipos de queso, como el Cheddar o el Gouda, existe una escasez notable de estudios centrados en el quesillo artesanal (Talledo, 2020). Este vacío en la literatura científica justifica la necesidad de explorar más a fondo esta relación en el contexto específico del quesillo artesanal, con el fin de proporcionar una base científica sólida para el proceso de producción y mejora continua de este producto.

### **1.3.2. Justificación Tecnológica**

El objetivo de esta investigación es desarrollar herramientas y metodologías que puedan aplicarse en la industria láctea para mejorar la calidad y consistencia del quesillo. La tecnología de análisis sensorial ha avanzado considerablemente en los últimos años, permitiendo mediciones precisas y objetivas de las características sensoriales de los alimentos (Canchihuaman y Porras, 2022). Al combinar estas técnicas con métodos de análisis de textura y fuerza de cuajada, se podrían desarrollar protocolos tecnológicos innovadores que ayuden a

los productores a optimizar sus procesos de producción y garantizar la calidad constante del queso (Trejo, 2016).

### **1.3.3. Justificación Social**

Esta investigación tiene importantes implicaciones para los productores de queso artesanal y las comunidades rurales donde se desarrolla esta actividad. Actualmente las pequeñas industrias rurales de la provincia de Cajamarca se dedican a elaborar exclusivamente queso fresco en un 70% de su producción de forma artesanal y el resto lo destinan a otros derivados lácteos como yogurt, crema de leche, leche pasteurizada, etc., sin tomar en cuenta las mínimas normas de calidad, higiene sanitaria y el impacto ambiental que este tipo de producto provoca (Córdova y Martínez, 2018). Mejorar la calidad y competitividad de estos productos beneficiará directamente a los productores, permitiéndoles acceder a nuevos mercados y mejorar sus ingresos, lo que contribuirá al desarrollo económico y social de las comunidades rurales (Garrido y Pantoja, 2023).

### **1.3.4. Justificación Individual**

El presente estudio ofrece una oportunidad única para el desarrollo profesional y académico de los investigadores y estudiantes involucrados; la participación en proyectos de investigación puede tener un impacto significativo en el desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la comunicación científica (Rivera, 2018). Además, el proceso de investigación puede motivar y enriquecer personalmente a los investigadores al brindarles la oportunidad de contribuir al avance del conocimiento en un campo específico y hacer una diferencia tangible en la sociedad.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar la relación de fuerza de cuajada y calidad sensorial del quesillo elaborado con dos tipos de cuajo artesanales.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Evaluar la fuerza de cuajada del quesillo elaborado con dos tipos de cuajo artesanales.
- Evaluar la calidad sensorial del quesillo elaborado con dos tipos de cuajo artesanales.
- Determina la relación de la fuerza de cuajada y calidad sensorial del quesillo, elaborado con dos cuajos artesanales.

## **1.5. Hipótesis**

Hi: Los porcentajes de dos cuajos artesanales tiene un efecto significativo en la fuerza de cuajada y calidad sensorial en el quesillo.

## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. Antecedentes

Prado (2014) investigo el “*Efecto del cuajo bovino criollo y de cuy en la evaluación sensorial del quesillo*”. Cajamarca. Con el objeto de determinar el efecto del cuajo bovino criollo y cuajo de cuy, en la evaluación sensorial del quesillo. Se estudiaron dos tratamientos: Tratamiento 1, que corresponde, al cuajo de bovino criollo (C.B) y Tratamiento 2, que corresponde al cuajo de cuy (C.C). Los resultados obtenidos para el tiempo de duración de la transformación de la leche líquida a gel, por efecto de los dos tipos de cuajos naturales fueron, al emplearse para el cuajo de bovino se requirió de 38 minutos, en contraste con el cuajo de cuy, que solo requirió de 30 minutos, lo que denota que la coagulación láctica, por efecto del *Lactobacillus* (cuajo de cuy) es más rápida que la coagulación enzimática por efecto de la quimosina (cuajo bovino). Además, el quesillo elaborado con cuajo de bovino criollo, presenta mayor aceptación en cuanto a color y olor y el cuajo de cuy, desarrolló mejores características de sabor y textura.

En el estudio realizado por Meza y Ochazara (2021) se efectuó la “*Evaluación de la producción de queso de ovino elaborado con cuajo artesanal y cuajo comercial*”. Distrito de Chicche, Huancayo. Con el objetivo de evaluar la producción de queso de ovino elaborado cuajo artesanal y cuajo comercial mediante el tiempo y rendimiento quesero. Se utilizaron 4 tipos de cuajo artesanal líquido previamente preparado; cuajo artesanal de vaca (CAV), cuajo artesanal de marrana (CAM), cuajo artesanal de oveja (CAO) y cuajo artesanal de alpaca (CAA). Para la comparación se utilizó cuajo comercial (CC) en polvo de la marca Hansen. Los

resultados del estudio tuvieron como tiempo de cuajado con CAV un tiempo promedio de 44,22 minutos, en seguida el CAM con 48,11 minutos, y CC 25,33 minutos; es así que, para la cantidad promedio de queso (kg) que se obtuvo correspondió a CC con 2,593 kg, seguida de CAM con 2,210 kg, CAV con 1,988 kg, y con menor cantidad de queso resulto con CAO (1,888 kg) y CAA (1,667 kg). La potencia de cuajo artesanal y comercial resulto; CC = 3,857 kg de leche/kg de queso, CAM = 4,525 kg de leche/kg de queso, CAV = 5,030 kg de leche/kg de queso, CAO = 5,297 kg de leche/kg de queso y CAA = 5,999 kg de leche/kg de queso.

Quispe (2019) determino el “*Efecto de los cuajos naturales sobre el rendimiento, consistencia y color en la elaboración del queso fresco*”. Talavera, Andahuaylas. El estudio tuvo como objeto determinar el efecto de los cuajos naturales sobre el rendimiento, consistencia y color en la elaboración del queso. La elaboración de las muestras se obtuvo por muestreo al azar, esto consistió en extraer los cuajos naturales de bovino de 4 años de edad, oveja 2 años de edad y conejo 1 año de edad respectivamente. La elaboración de los quesos frescos se realizó de acuerdo al arreglo experimental. Las cuales han sido seleccionadas aleatoriamente 3 quesos de 250 g de cada una de las repeticiones de los diferentes tratamientos. Para el análisis de consistencia y color del queso fresco elaborado con los diferentes cuajos naturales, se utilizó muestras de 200 g de cada una de las repeticiones de los diferentes tratamientos experimentales. Los resultados respecto al rendimiento quesero se determinó con la cantidad de queso obtenida sobre la cantidad de leche empleada lo que nos presentó valores de 13.01%, 14.59% y 15.41%; la consistencia del queso se determinó mediante un texturometro obtenido valores de consistencia 5.13, 6.0 y 6.03 kg/cm<sup>3</sup>; y el color (índice de blancura) se determinó empleando el colorímetro Konica Minolta CR-400 en espacio CIE L\*, a\* y b\* teniendo los siguientes datos 63.95, 76.10 y 94.45; Para el análisis estadístico se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), donde se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) seguida de una prueba de rangos múltiples (LSD) con un nivel de significancia de 0.05. Para ello, se muestra que los

quesos obtenidos con cuajos de bovino, oveja y conejo, respectivamente; a partir de estos resultados se demuestra que los cuajos naturales tienen un efecto significativo en el rendimiento, consistencia y color en la elaboración del queso fresco.

Celis (2019) pudo realizar la “*Determinación de parámetros para la obtención y conservación de cuajo bovino en el distrito de Cajamarca*”. Cajamarca. Con el objetivo de determinar los parámetros de obtención y conservación del cuajo bovino en el distrito de Cajamarca. Este estudio se trabajó con abomaso seco de bovinos adultos de 2,0 años de edad de raza criolla. El abomaso seco se cortó en cuadrados de 1 cm<sup>2</sup>, luego se procedió a la extracción de la enzima con solución ácido clorhídrico a pH 2,0 a través de una prueba previamente establecida; luego se adicionó cloruro de sodio al 3% y 5%(p/v), como conservante se adicionó benzoato de sodio al 0,1%; la extracción se hizo por 18 horas a temperatura de 14°C; seguidamente se filtró y se obtuvo la solución enzimática. Luego la solución obtenida se activó a pH 5,6 y 5,8 con fosfato di potásico. Posteriormente se filtró con papel (WHANTAN N° 42) la solución enzimática obteniéndose cuajo líquido con una fuerza de 371,00; seguidamente se envasó en frascos de vidrio ámbar y se almacenó por un mes a temperaturas de 7°C y -7°C. Y finalmente se realizó un análisis microbiológico presentando Ausencia en Salmonella, Clostridium sp, Aerobios Mesofilos, E. Coli, y con 10<sup>1</sup> UFC/g de S. aureus, cumpliendo con la Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para vísceras de bovino y cuajos. Para evaluar los tratamientos se aplicó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2x2x2, el cual constó de 8 tratamientos y tres repeticiones. Los resultados se determinaron de acuerdo a los tratamientos óptimos obtenidos en base a la fuerza de coagulación que tuvo el cuajo líquido, siendo el tratamiento N°1(S1pH1T1) a concentración de sal al 3%, pH 5,6 y a T° de 7°C siendo el óptimo para la obtención y conservación del cuajo de bovino.

Castillo (2020) realizó la *“Evaluación de la calidad y rendimiento del queso fresco elaborado con leche de vaca utilizando dos tipos de cuajo: natural y artificial”*. Castilla, Piura. Con el objeto de determinar el rendimiento y la calidad físico – químico, sensorial del queso fresco elaborado con leche de vaca utilizando dos tipos de cuajo (natural y artificial), así como analizar la calidad microbiológica de la leche. Para el estudio se empleó un diseño de bloques completos aleatorios con dos tratamientos (Queso fresco elaborado con leche de vaca utilizando cuajo artificial y Queso fresco elaborado con leche de vaca utilizando cuajo natural); y tres repeticiones (semanas), siendo las variables el día de proceso de la elaboración, rendimiento del queso y la calidad de la leche. Los resultados fisicoquímicos y sensoriales se analizaron a través del análisis de varianza (ANVA) y de la prueba de significación de DUNCAN, a nivel de 0,05 y 0,01; utilizando un programa estadístico SPSS-13; estos no mostraron una diferencia significativa entre tratamientos en su composición fisicoquímica en relación con la literatura citada. Con respecto a las características sensoriales de los dos tratamientos (quesos) la mejor aceptación para el público fue el queso fresco elaborado con leche de vaca utilizando cuajo natural y el rendimiento promedio de queso obtenido, elaborado con 10 litros de leche fresca de vaca fue de 1,42 kg/lts y 1,48 kg/lts utilizando cuajo natural y cuajo artificial, respectivamente.

García (2015) realizó el *“Estudio del empleo de coagulantes vegetales en la elaboración de quesos de cabra”*. Murcia, España. Con el objetivo de comparar la influencia de diferentes coagulantes en los parámetros fisicoquímicos, sensoriales, proteolíticos y de textura de un queso fresco de cabra, para determinar su adaptabilidad tecnológica. Se compararon cuatro tipos de queso fresco (elaborados con cuajo, coagulante microbiano y dos variedades de coagulante vegetal). Los resultados indicaron que los coagulantes vegetales presentaban un perfil de coagulación similar al cuajo y que la mayoría de parámetros

fisicoquímicos de los quesos frescos no se vieron afectados por el tipo de coagulante. Los quesos elaborados con coagulante vegetal alcanzaron mayor dureza, gomosidad y masticabilidad. El análisis sensorial de los quesos determinó que los elaborados con coagulantes vegetales fueron más amargos y menos firmes. En base a los resultados alcanzados podemos concluir que, aunque los coagulantes vegetales se pueden usar como una alternativa al cuajo animal, nuevas estrategias tecnológicas deberían adoptarse para mejorar los resultados sensoriales, tales como aumento del tiempo de maduración y/o el uso de cultivos iniciadores.

La investigación realizada por Rivera (2012) realiza la “*Evaluación de distintos cuajos naturales (bovino, ovinos y cuy) para la realización de queso fresco*”. Riobamba, Ecuador. Con el objetivo de analizar el efecto de los diferentes cuajos naturales y el químico en la elaboración de queso fresco a través de las características nutritivas organolépticas y microbiológicas de queso fresco. Se utilizó 1120 litros de leche, que se dividieron en 56 unidades experimentales, con un tamaño por unidad de 20 litros de leche por cada tratamiento, se evaluó la elaboración de queso fresco con la utilización de diferentes cuajos naturales y procesado de diferentes zootecnias (bovinos, ovinos y cuy), para ser comparado con un tratamiento testigo en el que se utilizó el cuajos químico, cortándose en siete tiramientos experimentales y ocho repeticiones por tratamiento, por lo que las unidades experimentales fueron distribuidas bajo un diseño completamente al azar. Se determinó el cuajo de bovino con un rendimiento de 5.44 litros/kg de queso. En lo bromatológico, con el cuajo químico y macerado de cuy tuvo mayor proteína (18.98 y 18.31%, respectivamente), pero con el macerado de bovino existe mayor materia orgánica (96.89%) y calcio (501.25 mg). Al emplearse el cuajo macerado de ovino, le transfiere mejores características de textura, color y apariencia, recibiendo una valoración excelente.

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. Definición y características del quesillo**

#### **A. Quesillo**

El quesillo es un alimento que se forma mediante la coagulación de la leche, empleando cuajo u otras enzimas coagulantes adecuadas, junto con la acción de bacterias lácticas específicas; estos microorganismos son responsables de conferir al producto sus características únicas y distintivas; en cuanto a su composición nutricional, el quesillo conserva la mayor parte de las propiedades beneficiosas de la leche, aunque se distingue por su mayor concentración de grasas y proteínas; además, se destaca por ser una valiosa fuente de calcio, esencial para una alimentación equilibrada (Imbett, 2006).

#### **B. Características**

Las características sensoriales del quesillo, como su sabor, aroma, textura y aspecto visual, deben ser distintivas y representativas del proceso de elaboración empleado; estas cualidades deben mantenerse consistentes en cada lote producido, sin presentar defectos ni anomalías que puedan generar rechazo por parte del consumidor (Duarte & Román, 2014).

#### **C. Sabor**

El sabor del quesillo se ve influenciado por todos los ingredientes empleados y su calidad, incluyendo la leche, el suero, la sal común, el tipo de cuajo utilizado, las proporciones utilizadas y el tratamiento dado a cada uno de ellos; se espera que el sabor ácido sea suave; sin embargo, puede volverse muy ácido si se utilizan leche y suero muy ácidos, se añade poca sal y se excede en la proporción de suero (Zelaya, 2000 citado por Moncada, 2005).

La cantidad precisa de sal en el quesillo es esencial para evitar sabores excesivos y asegurar su conservación; el sabor amargo, causado por suero fermentado antiguo o cuajo y leche envejecidos, debe ser evitado para mantener la calidad: durante la cocción, controlar el calor es crucial para prevenir sabores quemados no deseados; la proporción adecuada de sal garantiza un sabor agradable sin comprometer la conservación; así es que también se debe evitar la reutilización de utensilios de cocción ayuda a prevenir sabores ahumados indeseados (Duarte & Román, 2014).

El sabor agrio y rancio que presenta un quesillo en estado de descomposición es distintivo y puede surgir de microorganismos presentes en los ingredientes utilizados, especialmente en la leche y el suero; es fundamental prestar especial atención al suero ácido o fermentado empleado, ya que podría contener microorganismos capaces de alterar el sabor característico del quesillo durante su almacenamiento (Zelaya, 2000 citado por Moncada, 2005).

#### **D. Olor**

El aroma debe reflejar el proceso de calentamiento al que ha sido sometida la cuajada, sin presentar olores de descomposición, fermentación, rancidez, amoníaco u otros olores desagradables que puedan afectar negativamente al quesillo; pues la calidad de la leche, el suero y la cantidad de sal utilizada determinarán el aroma final del producto; además la adición de sal funciona como un inhibidor de la proliferación microbiana, que es la causa de los olores indeseables que puede adquirir el quesillo (Duarte, G. & Román, V. 2014).

## **E. Apariencia**

El quesillo debe carecer de cualquier tipo de partículas visibles, como suciedad, residuos quemados u otros materiales, y no debe presentar burbujas de aire, que pueden surgir durante el enfriamiento de la masa o debido a la producción de dióxido de carbono por parte de las bacterias (Sabello, 2001 citado por Moncada, R. 2005).

## **F. Consistencia**

La consistencia adecuada del quesillo dependerá de varios factores, incluyendo la cantidad de cuajo, sal, suero ácido, tiempo de cocción, y cualquier desviación del procedimiento de elaboración establecido; estos elementos pueden influir en la textura del producto final, pudiendo resultar en una consistencia densa, dura o demasiado blanda si no se manejan correctamente (Duarte & Román, 2014).

### **2.2.2. Importancia económica y cultural del quesillo**

Para Boucher y Réquier (2005) en la región de Cajamarca se destacan tres áreas principales de producción láctea: Chanta/Yanacancha-Cajamarca para quesillo-mantecoso, Bambamarca para queso fresco, y Cajamarca ciudad para mantecoso; los productores de mantecoso en la ciudad están enfocados en la calidad y presentación del producto, aprovechando las oportunidades del mercado local y el turismo; esto se contrasta ya que, los productores de quesillo en áreas rurales enfrentan desafíos debido a la falta de organización y condiciones adversas; puesto que la calidad de los lácteos se ve influenciada por factores técnicos, transaccionales y las relaciones entre los productores y los consumidores; por ello, los productores de quesillo están buscando mejorar sus técnicas y presentación de forma individual.

### 2.2.3. Descripción del proceso de elaboración del queso

El procedimiento de fabricación del queso inicia con la evaluación de la leche fresca, la cual debe cumplir con ciertos estándares de acidez, densidad y contenido de grasa; después de someter la leche a filtración y pesaje para remover impurezas y determinar la cantidad a procesar, se lleva a cabo su acondicionamiento a una temperatura óptima de 37 °C, se añade el cultivo láctico, el cloruro de calcio y el cuajo, lo que permite la formación de la cuajada a 36 °C durante unos 45 minutos aproximadamente; una vez transcurrido este periodo, se procede a cortar la cuajada y agitarla delicadamente para separar el suero; finalmente, se lleva a cabo el proceso de maduración del queso hasta alcanzar un pH de 4.8 a 4.9, indicando su preparación para su consumo (Zamorán, s. f.).

Según González (2002) el proceso de elaboración del queso comprende múltiples fases, como: **Recepción de leche cruda:** se requiere leche fresca que cumpla con estándares de calidad en composición y capacidad de fermentación y coagulación. **Preparación de la leche:** se eliminan impurezas y bacterias dañinas mediante tratamientos térmicos, y se añaden aditivos como el cloruro de calcio y cultivos lácticos. **Acidificación o adición de cultivo iniciador:** opcionalmente, se añade un cultivo iniciador de bacterias lácticas para acidificar la leche y liberar compuestos de aroma. **Adición de materias complementarias:** se incorpora cloruro de calcio para acelerar la coagulación y mejorar la textura del queso. **Coagulación:** la caseína se transforma en un coágulo firme gracias a la acción de la acidificación y el cuajo. **Cortado del coágulo:** se divide el coágulo para facilitar el desuerado, asegurando un proceso cuidadoso para evitar granos irregulares. **Desuerado:** se elimina el suero mediante procesos químicos y mecánicos, influenciados por el corte y la agitación. **Prensado:** se aplica presión para expulsar el suero restante y dar forma y textura al queso.

#### 2.2.4. Fuerza de cuajada en la producción de queso

Según Llangari (1991) hace referencia a la potencia coagulante del cuajo, la cual se define por la cantidad de leche en centímetros cúbicos que un centímetro cúbico de cuajo puede coagular en un tiempo específico y a una temperatura determinada; en este contexto, un centímetro cúbico de cuajo tiene la capacidad de coagular 10 litros de leche a 35 °C en 40 minutos, lo que representa una potencia coagulante de 1:10.000 o 1:15.000; por otro lado, el cuajo microbiano exhibe una fuerza aproximada de 1:25.000 y la fuerza de cuajada se expresa como  $F = 1 / F$ .

Para determinar la fuerza del cuajo se puede usar la siguiente fórmula:

$$PC = \frac{2400VI}{VC \cdot Tc}$$

Donde:

PC: Poder de coagulación.

VI: Volumen de leche o peso

Vc: Volumen de cuajo o peso

Tc: Tiempo de coagulación en segundos

2.400 constante de cálculo

Los productos comerciales de cuajo varían en potencia: los cuajos líquidos oscilan entre 2,000 y 5,000, los extractos entre 10,000 y 15,000, y los cuajos en polvo de 100,000 a 150,000, mientras que el cuajo cristalizado alcanza aproximadamente 10,000,000; su acción se debe a cómo afectan la proteína kappa-caseína de la leche, con enzimas proteolíticas que cortan específicamente la caseína en un enlace específico, generando micelas; la actividad óptima ocurre a pH 5-6 y se desnaturaliza por encima de 35 °C (Alais, 2003).

### **A. Importancia de la fuerza de cuajada en la producción de queso**

Según Alvites (2022) la cantidad necesaria de cuajo a utilizar está determinada por su potencia coagulante, lo cual es crucial en la elaboración de quesos artesanales; este proceso implica conocer la medida precisa que debe añadirse para lograr el tiempo óptimo de coagulación. Por otro lado, Ferrandini (2006) sostiene que el cuajo induce la coagulación de la leche, provocando la separación de sus componentes, principalmente la caseína y otros sólidos como el lactosuero, azúcares y agua; así se resalta la relevancia del cuajo como agente responsable de la coagulación láctea.

### **B. Factores que influyen en la fuerza de cuajada**

Alais (2003) refiere que los elementos clave que influyen en la coagulación de la leche son diversos; la variación extrema de temperatura puede desencadenar cambios en el pH y la desnaturalización de las proteínas; a temperaturas más altas, este proceso se ralentiza progresivamente y se detiene alrededor de los 65°C debido a la desnaturalización; a temperaturas por debajo de los 20°C, la coagulación es más lenta, aunque puede ocurrir a 0°C.

Córdova (2009) indica que la temperatura también tiene un efecto en las características de la cuajada; por ejemplo, en un rango de 21 a 25°C, la cuajada tiende a ser más suave, pero a 30°C, adquiere una consistencia más firme; además, en temperaturas más elevadas, como entre 32 y 35°C, la cuajada resulta mucho más sólida.

La leche es usualmente considerada casi neutra en sus propiedades, con un pH que puede oscilar entre 6.5 y 6.65; las alteraciones en este pH pueden ser causadas por diversos factores, como problemas de salud en la glándula mamaria, la presencia de dióxido de carbono disuelto, la actividad de microorganismos que transforman la lactosa en ácido láctico, o la

acción de microorganismos alcalinizantes (Ibañez, 2015). Para Cordova (2009) otro de los factores son las dosis exageradas de calcio actúan de forma negativa esto debido al aporte de iones de calcio y la disminución de pH debido a la reacción de calcio con los fosfatos y proteínas reduciendo la estabilidad de los fosfo caseinatos acelerando la reacción primaria y por ende reduce el tiempo de coagulación.

### **2.2.5. Calidad o evaluación sensorial del queso**

#### **A. Definición de calidad o evaluación sensorial.**

Espinoza (2007) describe que el análisis sensorial implica la evaluación de las características perceptibles de un producto utilizando los sentidos humanos; en otras palabras, consiste en examinar la apariencia, el olor, el aroma, la textura y el sabor de un alimento o materia prima; este tipo de evaluación emplea diversas técnicas para capturar de manera precisa las respuestas de las personas ante los alimentos, al mismo tiempo que busca reducir cualquier influencia potencial que la marca puede tener en el juicio del consumidor.

Watts et al. (1992) reporta que la evaluación sensorial de alimentos es crucial en la investigación alimentaria, abordando áreas como desarrollo de productos, control de calidad y preferencias del consumidor; esta evaluación única en los humanos, no puede ser sustituida por instrumentos; ya que, requiere personal capacitado para garantizar la fiabilidad de los datos y puede influir en la toma de decisiones en la industria alimentaria, incluyendo selección de proveedores y reducción de costos; es esencial tratarla como un método científico que proporciona información valiosa para múltiples aspectos del sector alimentario.

Torre (1999) menciona que la evaluación sensorial ha adquirido un papel central en el proceso de desarrollo de nuevos productos y, por ende, es crucial para alcanzar el éxito; su principal tarea consiste en analizar y comprender de manera precisa los deseos y preferencias de los consumidores en relación con un producto específico; ya que esto implica identificar tanto los aspectos positivos como los negativos, y ajustarlos para satisfacer de manera más efectiva las demandas del mercado; este conocimiento resulta indispensable para la empresa que aspire a ser competitiva y exitosa en su sector.

En la actualidad, la evaluación sensorial es un componente fundamental tanto en el desarrollo de productos como en el control de calidad de alimentos y otras sustancias; esta disciplina, que involucra los sentidos como la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído, es esencial para establecer estándares y garantizar la calidad en todas las etapas de la industria alimentaria; durante la transformación de la leche, se producen cambios físicos y químicos que afectan su apariencia, olor, textura, sabor y aroma, y en este contexto, el análisis sensorial emerge como una herramienta clave para la identificación y control de calidad de los productos lácteos (Zuluaga, 2017).

**B. Componentes de la evaluación sensorial: apariencia, textura, sabor, aroma, olor.**

Castillo et al. (s. f.) refiere que los aspectos evaluados incluyen: la apariencia interna (tono, distribución del color y presencia de cavidades); la textura de la pasta (propiedades superficiales, mecánicas y geométricas); y los aspectos olfativos y gustativos (aroma y sabor).

**Tabla 1***Resumen de las características organolépticas del quesillo.*

<b>Parámetro</b>	<b>Atributo</b>	<b>Características</b>
	Color	Color “B” dentro del grupo blanco
Apariencia	Distribución de color	Homogéneo
Interna	Cavidades	Presenta pequeños “ojos granulares”, muy numerosos y repartidos irregularmente.
		<b>Características Superficiales</b>
		Humedad y rugosidad moderadas,
Textura	Pasta	ligeramente “sebosa”.
		<b>Características Mecánicas</b>
		“Firme”, “sin adherencia”, “desmenuzable”,
		“masticable”, “elasticidad moderada”.
		<b>Características Geométricas</b>
		Pasta “arenosa”.
Caracteres		<b>Familias:</b>
Olfato –		De la familia “láctica”, a “cocido”, “suero”,
Gustativas	Olor	“cremoso”, “vaca”, “fermentado”.
		De la familia “animal”, a la leche del animal que procede (leche de vaca).
		Intensidad: muy débil.
	Sabor	“Salado”, “dulce”, “ácido” y “amargo”.
		Intensidad: muy débil.

*Nota:* se describe las características organolépticas del quesillo según sus parámetros y atributos.

### **C. Métodos de evaluación sensorial del quesillo**

Lawless y Haymann (2010) refieren que la evaluación sensorial implica el uso de diversas técnicas para medir de manera precisa las respuestas humanas a los alimentos, con el objetivo de minimizar cualquier influencia sesgada de la marca u otra información en la percepción del consumidor; su propósito es aislar las propiedades sensoriales de los alimentos

para proporcionar información valiosa sobre sus características sensoriales a desarrolladores, científicos de alimentos y gerentes. Las metodologías sensoriales se clasifican en dos grupos principales: metodologías analíticas y metodologías afectivas.

#### **a. Pruebas analíticas**

Se realizan pruebas sensoriales en laboratorio con jueces entrenados, divididas en discriminatorias, escalares y descriptivas; las discriminatorias comparan productos y estiman diferencias, siendo simples y prácticas; es así que las pruebas escalares miden la intensidad sensorial con una escala, aunque no todos las consideran parte de los métodos sensoriales; por otro lado las pruebas descriptivas son más complejas; los jueces definen descriptores para caracterizar productos y cuantificar diferencias entre ellos (Espinoza, 2007).

#### **b. Pruebas afectivas**

Las pruebas afectivas se realizan con personas no entrenadas, conocidas como jueces afectivos, que suelen ser consumidores del producto evaluado; estas pruebas se llevan a cabo en entornos similares a los de consumo real, como supermercados o plazas; los resultados obtenidos reflejan la aceptación, rechazo, preferencia o agrado hacia uno o varios productos, siendo esencial que los participantes respondan sinceramente; los cuestionarios utilizados deben diseñarse cuidadosamente para evitar errores y deben ser fáciles de entender y responder; además es importante considerar la legibilidad y la longitud del cuestionario para evitar fatiga o rechazo por parte de los jueces. (Espinoza, 2007).

### **2.2.6. Cuajos artesanales**

Se refiere a la enzima cruda obtenida de los cuajos de rumiantes jóvenes sacrificados antes del destete; esta enzima contiene principalmente quimosina y pepsina, o una combinación de ambas, que se producen en el abomaso de becerros, cabritos y ovejas; la actividad del cuajo

se caracteriza por una relación cuantitativa entre un volumen específico de cuajo y otro de leche, lo que permite la coagulación bajo condiciones predefinidas (Alais, 2003).

Córdova Ramos (2009) sostiene que las enzimas quimosina y pepsina, segregadas por la mucosa del cuarto estómago de los rumiantes lactantes, son conocidas como cuajo; respecto a las características del cuajo, se destaca su resistencia a los ácidos y su susceptibilidad a la luz. Su actividad óptima comienza a una temperatura de 40°C y se destruye por completo alrededor de los 60°C; además, su actividad óptima se encuentra en un rango de pH entre 5.5 y 6.00.

**Tabla 2**

*Cuajos según especies*

<b>Especie</b>	<b>Enzima</b>	<b>Calidad</b>
Cabrito, Cordero y ternero	Quimasas	Excelente
Caprino adulto, bovino y ovino	Pepsina	Buena
Conejo, porcino, cuy y pollo	Pepsina	Regular

*Nota.* Se describe la enzima y calidad del cuajo artesanal según especie (Ramírez, 2015)

#### **A. Funciones del cuajo natural**

Rivera (2012) indica que el cuajo posee dos enzimas principales: la quimosina, que es la predominante, y la pepsina, que es minoritaria; después del destete, la producción de quimosina disminuye, mientras que la producción de pepsina aumenta rápidamente, convirtiéndose en el componente mayoritario en ese momento.

Córdova, 2009 señala que la industria láctea reconoce a la quimosina como un componente crucial; esta enzima interviene directamente entre la interacción de la caseína y el

calcio, desencadenando la formación de un gel que retiene todos los componentes sólidos de la leche; este proceso conlleva a una contracción gradual, facilitada por ácidos lácticos, que expulsa el suero al contraerse; al cortar el gel en pequeños cubos, se logra separar hasta el 90% del líquido inicial, es decir, el suero.

#### **a. Cuajo de ovino**

La pepsina, una enzima encontrada en las proteasas del abomaso de ovinos, ha sido objeto de estudio debido a sus diversas características, como su estabilidad al calor, su actividad proteolítica y su influencia en la firmeza de la cuajada; se ha comparado con preparaciones enzimáticas obtenidas genéticamente y con el cuajo estándar; los estudios indican que se utiliza el abomaso de ovinos de 5 a 8 meses, ya que contiene una mayor concentración de pepsinas (Ramírez, 2019).

#### **b. Cuajo de bovino**

El cuajo bovino se extrae de la mucosa del cuarto estómago o cuajar de los mamíferos rumiantes lactantes, que tienen menos de 30 días de vida; en este período, aún no se ha reemplazado una enzima crucial para la función del cuajo; la función principal del cuajo radica en la enzima quimosina, que se encarga de separar la caseína del suero, lo que resulta fundamental en el proceso de coagulación de la leche (Barrón, 2008).

### **B. Cantidad necesaria de cuajo**

Ramírez (2015) señala que la cantidad de cuajo necesaria se determina utilizando la proporción de 100 mililitros de cualquier cuajo natural por cada 10 litros de leche.

**Tabla 3***Características de los cuajos y coagulantes de lácteos.*

<b>Grupo</b>	<b>Fuente</b>	<b>Nombres Comerciales</b>	<b>Comp. enzimático activo</b>
	Estomago bovino	Cuajo de bovino, cuajo de ternero	Quimosina A y B, Pepsina (A) y Gastrina
<b>Animal</b>	Estomago ovino	Cuajo en pasta de ternero, cuajo de cordero, oveja	Quimosina A y B, Pepsina (A), Gastrina y Lipasa
	Estomago caprino	Cuajo de cabrito, cabra	Quimosina y Pepsina
	Estomago de porcino	Coagulante porcino	Quimosina y Pepsina
	Estomago de cuy y conejo	Coagulante de cuy y conejo	Pepsina A y B, Gastricina

*Nota.* La tabla indica los nombres comerciales y la comparación de los distintos cuajos artesanales existentes en el mercado (Ferrandini, 2006).

### **C. Impacto de los cuajos artesanales en la calidad de quesos frescos**

Se ha observado que los quesos elaborados con cuajo natural en pasta de cordero presentan características distintas a los quesos típicamente producidos; estas diferencias se deben principalmente a que alcanzan un nivel de madurez más rápido, lo que se refleja en su textura y en la intensificación de la actividad proteolítica y lipolítica; esto genera sabores distintos, predominantemente ligeramente amargos y picantes, en comparación con los sabores habitualmente encontrados en quesos (Ferrandini, 2006).

El uso de cuajos artesanales ofrece ventajas debido a su contenido de proteinasas, las cuales tienen la capacidad de coagular las caseínas y producir una cuajada suave y cremosa. Esto contrasta con otros tipos de cuajos comerciales; además, facilita a todos aquellos que se dedican a la producción de queso de oveja el acceso a este cuajo (Meza y Ochazara, 2021).

### **2.2.7. Relación entre fuerza de cuajada y calidad sensorial del queso**

Torres (2001) refiere que el cuajo no funciona eficientemente con leche muy fría, resultando en una coagulación lenta y una cuajada blanda, con pérdida de grasa significativa; es así en contraste, al añadir cuajo a leche tibia (36°C), la coagulación es más rápida y la cuajada más firme, permitiendo obtener granos grandes para quesos blandos; sin embargo, agregar demasiado cuajo provoca una coagulación excesivamente rápida, cuajada dura y un posible sabor ácido y amargo; la deficiencia de cuajo resulta en una coagulación lenta, pérdida de tiempo y proteínas durante la fabricación del queso.

El queso puede variar en firmeza, desde blando hasta extra duro, dependiendo de la proporción de proteínas de suero y si está madurado o no; la coagulación implica cambios fisicoquímicos en la caseína para formar un gel que elimine el componente acuoso; esto ocurre cuando la solución coloidal de caseína se desestabiliza, formando un gel que retiene otros componentes; la renina, una enzima presente en el estómago de los rumiantes lactantes, desempeña un papel clave en este proceso (Salazar, 2006).

Los elementos que afectan (concentración enzimática, temperatura y pH) intervienen en la coagulación enzimática al añadir cuajo (quimosina); el calcio y el fósforo son esenciales en este proceso y contribuyen a la formación del gel de caseína que envuelve el suero, desestabilizando la caseína (Codex Alimentarius, 2003).

Cuando se emplean cuajos de animales en la fabricación de quesos en lugar de coagulantes lácteos de origen vegetal o microbiano, se obtienen productos con características de textura, aroma y sabor distintos a los quesos elaborados con cuajo de oveja en condiciones similares (Ferrandi, 2006).

## **A. Procesos que influye en la fuerza de cuajada y la calidad sensorial.**

### **a. El corte de la cuajada**

Para lograr un desuerado óptimo, la cuajada se corta en granos de diferentes tamaños según el tipo de queso deseado: para quesos blandos se sugiere 1,5-2,0 cm, para semiduros 1,0 cm y para duros 0,5 cm; este proceso aumenta la superficie de drenaje del suero. Las medidas son aproximadas y la experiencia guía la determinación del tamaño ideal para lograr la consistencia deseada en el queso final (Madrid, 1999).

### **b. Cocción y agitación de la cuajada**

Después de cortar la cuajada, es esencial agitar los granos para evitar su agrupamiento y mantener el efecto del corte, comenzando suavemente y aumentando la intensidad según se prefiera mayor o menor pérdida de humedad; se recomienda un reposo mínimo de 5 minutos tras el corte antes de iniciar la agitación, para permitir que las superficies recién formadas se asienten y evitar pérdidas de rendimiento; la duración de la agitación varía según el tipo de queso a elaborar; ya que, durante la cocción de la cuajada, se aplican temperaturas específicas para cada tipo de queso, facilitando la salida del suero (Ortiz y Cabascango, 2015).

### **2.3. Definición de términos**

#### **Fuerza de cuajada**

Es la capacidad de la leche para solidificarse y formar una cuajada durante el proceso de coagulación, medida por la firmeza y rapidez con la que ocurre este proceso; una mayor fuerza de cuajada indica una coagulación más rápida y firme (Celis, 2019).

#### **Calidad sensorial**

Se refiere a la percepción subjetiva de las características organolépticas de un alimento, como el sabor, aroma, textura y apariencia, evaluadas a través de los sentidos (vista, olfato, gusto, tacto); la calidad sensorial determina la satisfacción del consumidor al comer el alimento (Espinoza, 2007).

#### **Quesillo**

Un tipo de queso fresco, suave y delicado, originario de Latinoamérica; se elabora mediante la coagulación de la leche, el drenaje del suero y, a menudo, la salazón; el quesillo se caracteriza por su sabor suave y su textura tierna (Prada, 2008).

#### **Cuajo artesanal**

Un producto natural utilizado en la fabricación de quesos para coagular la leche; suele obtenerse de fuentes animales, como el estómago de terneros, y contiene enzimas como la quimosina, que facilitan la coagulación de la leche (Arias, 2009).

## **Evaluación sensorial**

Método utilizado para evaluar las características organolépticas de un alimento, como el sabor, aroma, textura y apariencia; se realiza mediante pruebas sensoriales en las que los evaluadores utilizan sus sentidos para detectar y describir las cualidades del alimento (Espinoza, 2007).

## **Textura del queso**

Es la sensación táctil que experimenta una persona al manipular o masticar el queso. Puede ser suave, cremosa, firme, elástica, granulada, entre otras; la textura del queso está determinada por factores como la composición, la humedad y el proceso de elaboración (Ramírez y Vélez, 2012).

## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación

La investigación se realizó en el Laboratorio de Tecnología de la Leche, de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, a una latitud de 2636 m de altitud. geográficamente localizada a 7° 10' de latitud sur y 78° 30' de longitud oeste, Carretera Baños del Inca, Distrito, Provincia y Departamento de Cajamarca.

**Figura 1**

*Plano de Ubicación de la investigación.*



*Nota.* En la imagen se muestra la ubicación del Laboratorio de Tecnología de la Leche de la de la E.A.P. de Ing. en Industrias Alimentarias de la UNC (Elaboración Propia).

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. Materia Prima**

Leche fresca de vaca

### **3.2.2. Insumos**

Cuajo de ovino

Cuajo de bovino

Cloruro de sodio

Cultivo láctico

Hidróxido de sodio

Fenolftaleína

### **3.2.3. Material y equipo de laboratorio**

Olla de acero inoxidable marca INOX, de capacidad de 20 litros

Agitador de acero inoxidable marca ICE STROM

Mesa de acero inoxidable marca ICE STROM

Coladores

Tina de almacenamiento

Moldes

Cuchillo de acero inoxidable marca ICE STROM

Cocina industrial marca FRITECSA

Balanza digital gramera POCKET SCALE

Balanza digital DYM

Termómetro marca HANNA

Pipeta

### **3.3. Metodología**

#### **3.3.1. Variables**

##### **Variable Independiente**

Cuajos artesanales (bovino y ovino)

##### **Variable Dependiente**

Fuerza de cuajo

Evaluación sensorial

#### **3.3.2. Diseño experimental y arreglo de tratamientos**

##### **A. Diseño experimental**

La presente investigación se llevó a cabo mediante la implementación de seis tratamientos específicos, diseñados para evaluar sus efectos en las variables estudiadas. Cada uno de estos tratamientos fue aplicado siguiendo un diseño experimental que garantizara la confiabilidad de los resultados. Para ello, se preparó tres repeticiones por tratamiento, lo que permitió obtener datos más concisos y minimizar la variabilidad experimental.

##### **B. Arreglo de tratamientos**

En la siguiente tabla se muestran las variables y niveles para el diseño experimental, además de la combinación de tratamientos de 6 tratamientos por réplica, el diseño propone 3 réplicas, haciendo un total de 18 pruebas.

**Tabla 4**

*Descripción de los tratamientos.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Códigos</b>	<b>Descripción</b>
T1	O11	40 ml de cuajo de ovino
T2	O12	80 ml de cuajo de ovino
T3	O13	120 ml de cuajo de ovino
T4	O14	40 ml de cuajo de bovino
T5	O15	80 ml de cuajo de bovino
T6	O16	120 ml de cuajo de bovino

*Nota.* En la tabla se describe los tratamientos a utilizar según el diseño experimental.

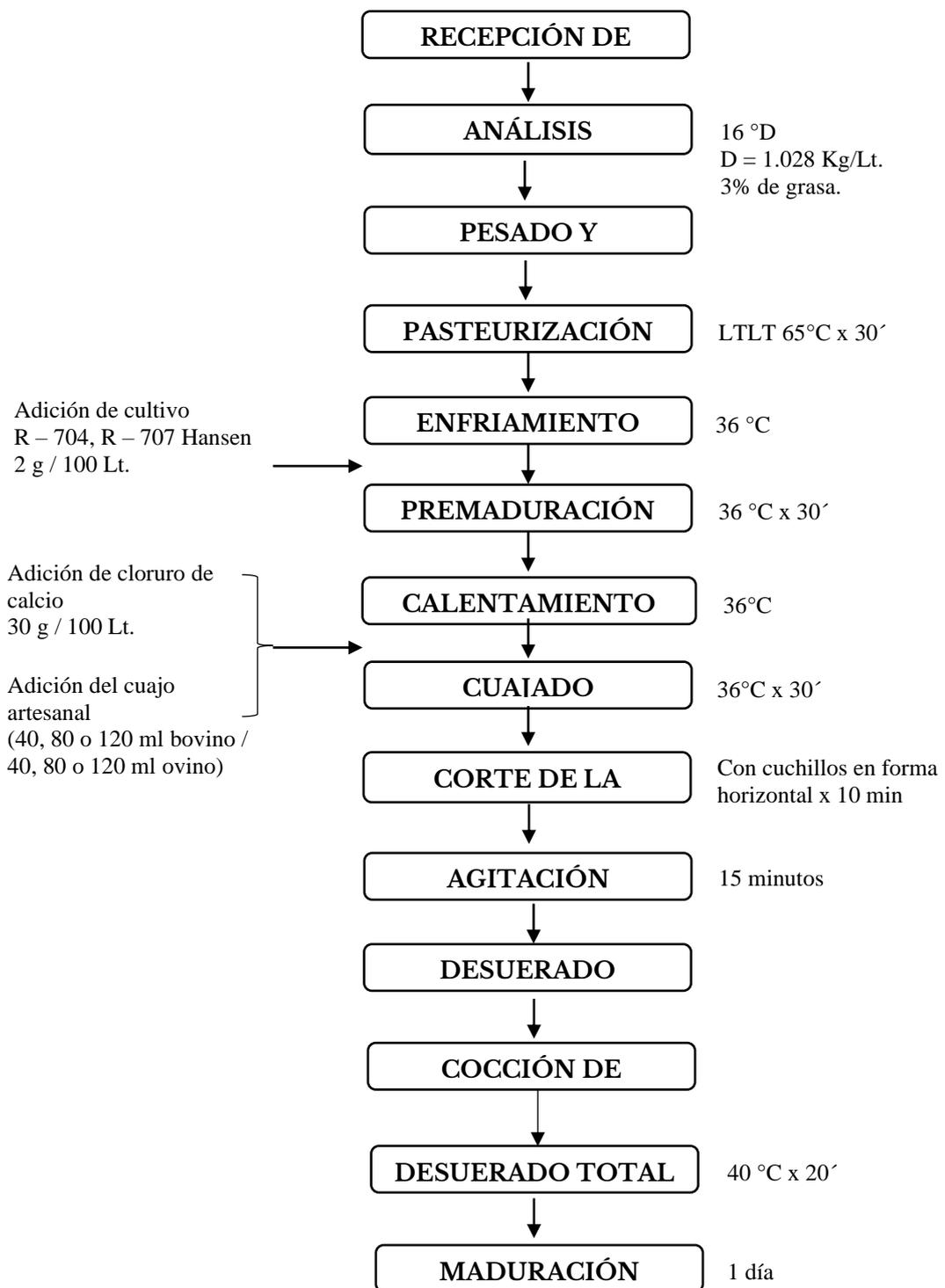
### **3.3.3. Procedimientos**

#### **A. Flujograma de elaboración de quesillo**

En el siguiente diagrama de flujo se detalla el proceso para la elaboración del quesillo con dos cuajos artesanales.

**Figura 2**

*Flujograma de elaboración de quesillo artesanal.*



*Nota.* La figura presenta el flujograma del proceso de elaboración del quesillo utilizando cuajo artesanal. Adaptado de (CEDEPAS NORTE, 2016)

## **Descripción de los procesos para la elaboración de queso**

### **Recepción de Leche**

La leche pasa por un estricto control de calidad durante el acopio (en el campo) y la recepción en la planta de lácteos.

### **Análisis**

Se realiza para verificar la calidad de la materia que se recibe y de esta manera aceptarla o descartarla. Las pruebas que se hacen son:

Acidez: 16 ° D

% de Grasa: 3 %

Densidad: 1.028 Kg/Lt.

### **Pesado y Filtrado**

Se mide para determinar el volumen y luego calcular los insumos en proporción a la cantidad de leche y poder calcular la cantidad de la producción. El filtrado se hace con la finalidad de eliminar impurezas físicas que pueden ser pelos, paja, etc.

### **Pasteurización**

Con este proceso se rebaja la carga microbiana perjudicial y una pequeña proporción de bacterias benéficas propias de la leche, es necesario someterla a un tratamiento térmico por un espacio y tiempo determinado, donde se puede utilizar el sistema abierto a 65 °C por 30'.

### **Enfriamiento**

Una vez terminado el tiempo de pasteurizado, se procede a enfriar la leche si este fuese necesario en un rango de 36 °C temperatura propicia para la activación de los microorganismos del cultivo láctico que se va a añadir posteriormente.

## **Pre maduración**

Se adiciona el cultivo láctico, en una proporción de 1 g por cada 100 litros de leche pasteurizada a una temperatura de 36 °C por 30 min; para facilitar el desarrollo de las bacterias mesófilas (*Streptococcus lactis* y *Cremonis*).

## **Cuajado**

En esta etapa, se adiciona cloruro de calcio y cuajo, dejando en reposo hasta que coagule a una temperatura de 36 °C durante 30 minutos. La temperatura de 36 °C se seleccionó porque optimiza la actividad enzimática del cuajo, facilitando la coagulación de las proteínas lácteas, principalmente la caseína; esta temperatura resulta ideal para la producción de queso debido a su impacto en la textura final del producto; una temperatura superior podría acelerar excesivamente la coagulación, afectando la homogeneidad, mientras que una temperatura inferior podría ralentizar el proceso, disminuyendo la eficiencia.

## **Preparación del cloruro de calcio**

Pesar 18 g por cada 100 litros de leche y disolverlo en 20 ml de agua destilada. En la cual se agrega primero el cloruro de calcio.

## **Obtención del cuajo**

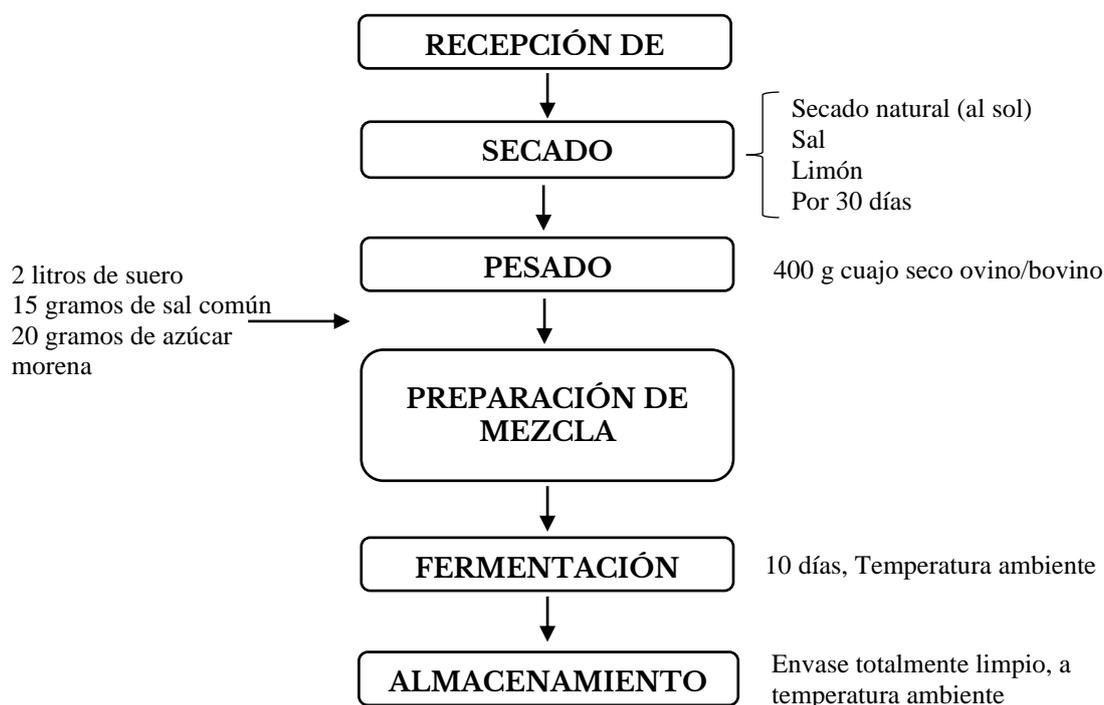
Los cuajares de ovino y bovino fueron adquiridos en el Camal Municipal de Cajamarca, facilitados por los operarios encargados de beneficiar el ganado, lo que nos dio la seguridad de la procedencia del cuajo.

### Preparación del cuajo

Para la elaboración de los cuajos se procedió a limpiar los cuajares de los restos de contenidos de alimentos que presente, además se expusieron los cuajares al sol con sal y limón, luego de 30 días cuando se ha secado, se pesa 400 gramos de cuajo artesanal ovino o bovino y se agrega a 2 litros de suero, además se añade 15 gramos de sal común y 20 gramos de azúcar morena; opcional se agregó cascara de naranja, finalmente se dejó fermentar por 10 días para su uso.

**Figura 3.**

*Flujograma de elaboración de cuajo artesanal ovino / bovino*



*Nota.* La figura presenta el flujograma del proceso de elaboración del quesillo utilizando cuajo artesanal. Adaptado de (CEDEPAS NORTE, 2016)

## **Corte**

Una vez que se verifica que la cuajada esta lista, se procede a efectuar el corte en un diámetro de 2.0 cm. de arista utilizando lira horizontal, lentamente evitando romper las partículas de cuajada; por un tiempo de 10 minutos.

## **Agitación**

Se realiza en un inicio lentamente con la ayuda de paletas y verificando el corte con ayuda de un cuchillo, luego va incrementándose gradualmente la velocidad del agitado, por un espacio de 15 minutos.

## **Desuerado Parcial**

Consiste en separar el suero: el 20 % del volumen inicial de la leche. La acción se debe realizar de manera rápida para evitar que los coágulos se adhieran entre sí.

## **Cocción de la cuajada**

consiste en calentar el suero hasta llegar a una temperatura de 40 °C durante 20 minutos. La cocción con su propio suero se realiza con la finalidad que la etapa posterior siga acidificándose, y pueda conservar el ácido láctico que es importante para la maduración del quesillo lo cual influirá en la textura de la pasta.

## **Desuerado total**

Se procede a eliminar todo el suero que rodea la cuajada, el suero restante que queda dentro de lo granos, va saliendo lentamente, lo que ayuda a la acidificación de la cuajada dejándola en la tina quesera durante 12 horas.

## **Maduración**

Ocurre dejándolo en reposo en la tina de maduración para quesillo por el espacio de 1 día.

### **3.3.4. Evaluaciones**

#### **A. Fuerza de cuajada**

##### **Tiempo de cuajado**

Una vez añadido el cuajo artesanal de ovino o bovino a la leche, mantenida a una temperatura de 36 °C, se dejó reposar hasta que se produjo la coagulación. El tiempo transcurrido durante este proceso de cuajado se registró en minutos. Por otro lado, la conversión de leche en quesillo se determinó calculando la relación entre la cantidad de leche utilizada y el peso del quesillo obtenido, lo que indica cuántos litros de leche son necesarios para producir un kilogramo de quesillo.

#### **B. Características Organolépticas**

La aceptación del quesillo con dos cuajos artesanales se evaluó basándose en los 4 atributos sensoriales (color, olor, sabor y textura), con muestras bien rotuladas y codificadas, entregadas al azar, utilizando una escala hedónica de 5 puntos.

## Tabla 5

*Escala hedónica para la evaluación sensorial de los atributos.*

<b>Puntaje</b>	<b>Escala de medición</b>
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

*Nota:* En la tabla se muestra la escala hedónica para la evaluación sensorial de los atributos teniendo una escala de medición que abarca desde me gusta mucho hasta me disgusta mucho con puntaje desde el 5 hasta el 1 (Guzmán, 2018).

## Panelistas

La evaluación de las propiedades organolépticas (olor, color, sabor y textura) del quesillo con dos cuajos artesanales, fue realizada y calificada por 20 panelistas no entrenados.

## Evaluación sensorial

### Preparación de la muestra

Las muestras de quesillo, elaboradas con dos cuajos artesanales, se presentaron en platitos desechables con capacidad de 20 gramos. Estas se distribuyeron de forma aleatoria entre los evaluadores para su análisis. Cada panelista recibió un vaso de 6 onzas de agua para enjuagarse después de probar cada muestra, lo que les permitió continuar con la siguiente sin interferencias. La evaluación se llevó a cabo en un ambiente acondicionado y bien iluminado, lo que favoreció la valoración de las características sensoriales del producto.

## Atributos de evaluación

Para la evaluación del queso con dos cuajos artesanales por parte de los panelistas, se consideró la siguiente escala:

**Tabla 6**

*Escala hedónica de preferencia.*

Atributo	Escala hedónica de valoración
Sabor	1 a 5 puntos
Olor	1 a 5 puntos
Color	1 a 5 puntos
Textura	1 a 5 puntos

*Nota:* En la tabla se muestra la escala hedónica de preferencia por los jueces en donde se muestra el atributo (olor, color, sabor y textura), y la valoración que de 1 a 5 puntos (Guzmán, 2018).

**Tabla 7**

*Denominación de las categorías de acuerdo al puntaje de la escala hedónica.*

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
1	Muy malo	4	Bueno
2	Malo	5	Excelente
3	Regular		

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1.1. Fuerza de cuajada del quesillo con dos tipos de cuajo artesanales

El análisis de varianza (ANOVA) mostró resultados altamente significativos ( $p$ -valor  $< 0.0001$ ) en los tratamientos utilizados para la elaboración del quesillo, indicando diferencias notables en la fuerza de cuajada entre al menos dos tratamientos. Esto sugiere que la cantidad y tipo de cuajo influyen considerablemente en la fuerza de cuajada. El coeficiente de variación (CV) fue del 1.82%, mostrando una baja variabilidad en las mediciones de la fuerza de cuajada entre los tratamientos analizados. Además, denota que el diseño utilizado para medir fuerza de coagulación de la leche fue adecuado.

**Tabla 8**

*Análisis de varianza (ANOVA) para la fuerza de cuajada de los distintos tipos de quesillo elaborados con dos de cuajo artesanales (Datos Transformados con  $\sqrt{x}$ ).*

<b>Factor de variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>F Calculada</b>	<b>p-valor</b>
Tratamiento	1005905101	5	201181020	3618.7	$<0.0001$
Error	555949	10	55594.9		
Total	1006742125	17			

CV = 1.82%

*Nota.* Análisis de variación para determinar la diferencia estadística entre tratamientos respecto a la fuerza de cuajada.

La prueba de Tukey permitió agrupar los tratamientos según las evaluaciones medias de la fuerza de cuajada. El tratamiento T1 (40 ml de cuajo de ovino) obtuvo la mejor fuerza de cuajada (25000 unidades de Soxhlet), seguido por T4 (40 ml de cuajo de bovino) con una media de 21426 unidades de Soxhlet. Estos tratamientos estuvieron ubicados en el grupo A y B respectivamente, considerados los más rápidos en fuerza de cuajada. Los tratamientos T2 y T5 estuvieron agrupados en el grupo B con 9850 y 9375 unidades de Soxhlet respectivamente, pero no mostraron diferencias significativas entre ellos. El tratamiento T3 y T6 (120 ml de cuajo de ovino y 120 ml de cuajo de bovino) fueron los que obtuvieron menor fuerza de cuajada y estuvieron ubicados en el grupo D.

**Tabla 9**

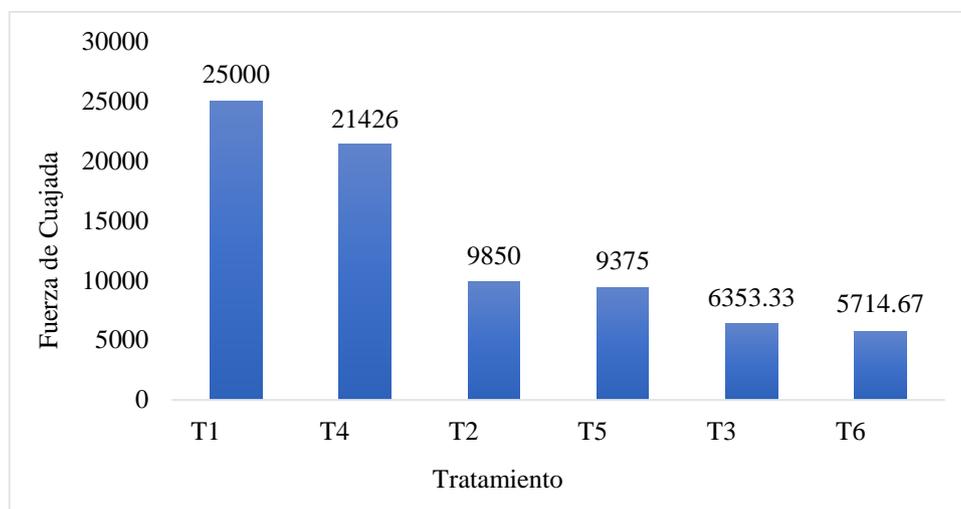
*Prueba de Tukey para las medias de la fuerza de cuajada de los distintos tipos de quesillos elaborados con dos cuajos artesanales.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>Agrupación</b>
T1	25000	A
T4	21426	B
T2	9850	C
T5	9375	C
T3	6353.33	D
T6	5714.67	D

*Nota.* Esta prueba compara las medias del puntaje del análisis de varianza para los tratamientos respecto a la fuerza de cuajada.

#### Figura 4

*Puntaje de la fuerza de cuajada de los distintos tipos de quesillos elaborados con dos cuajos artesanales.*



*Nota.* Se muestra en el gráfico el comportamiento de los diferentes tratamientos respecto a la fuerza de cuajada.

Los resultados obtenidos en la investigación actual demuestran que el tratamiento T1 (40 ml de cuajo ovino) presentó la mayor fuerza de cuajada (25000 unidades de Soxhlet), seguido por T4 (40 ml de cuajo bovino) con 21426 unidades, evidenciando que ambos cuajos son efectivos a concentraciones bajas. Esto se relaciona con los antecedentes de Meza y Ochazara (2021), quienes reportaron que el cuajo comercial tuvo un tiempo de cuajado significativamente menor en comparación con los cuajos artesanales, indicando una mayor eficiencia en la coagulación enzimática. Asimismo, Prado (2014) señaló que el cuajo de cuy presenta tiempos de coagulación más rápidos que el cuajo bovino, similar a lo encontrado en los tratamientos con menor concentración en esta investigación.

La fuerza de cuajada, un parámetro crucial en la producción de quesillos, depende directamente de la actividad enzimática del cuajo utilizado y las condiciones de coagulación.

En esta investigación, el tratamiento T1 (40 ml de cuajo ovino) presentó la mayor fuerza de cuajada (25000 unidades de Soxhlet), mientras que los tratamientos con mayor cantidad de cuajo (T3 y T6) mostraron menor eficiencia. Esto se explica científicamente por el fenómeno de sobresaturación enzimática, donde una concentración excesiva de cuajo puede disminuir la efectividad de las enzimas debido a la saturación de los sitios activos en la caseína, como lo menciona Alais (2003).

La mayor eficiencia del cuajo ovino a bajas concentraciones puede atribuirse a la composición enzimática rica en quimosina, que actúa específicamente sobre la  $\kappa$ -caseína para formar micelas firmes y geles más rápidos (Ramírez, 2015). Además, las condiciones óptimas de pH y temperatura influyen significativamente en este proceso, como señala Córdova Ramos (2009).

#### **4.1.2. Calidad sensorial del queso elaborado con dos tipos de cuajo artesanales**

##### **Análisis del sabor**

El análisis de varianza (ANOVA) mostró resultados altamente significativos ( $p$ -valor  $< 0.0001$ ) en los tratamientos utilizados para la elaboración del queso, indicando diferencias notables en la percepción del sabor entre al menos dos tratamientos. Esto sugiere que la cantidad y tipo de cuajo influyen considerablemente en el sabor percibido por los panelistas. El coeficiente de variación (CV) fue del 14,41%, mostrando una variabilidad moderada en las respuestas sensoriales, posiblemente debido a diferencias individuales en las preferencias.

**Tabla 10**

*Análisis de varianza (ANOVA) para el sabor de los distintos tipos de quesillos elaborados con dos cuajos artesanales (Datos Transformados con  $\sqrt{x}$ ).*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F Calculado</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	2.119	5	0.424	6.409	<0.0001
Error	7.539	114	0.066		
Total	9.658	119			

CV = 14.41%

*Nota.* Análisis de variación para determinar la diferencia estadística entre tratamientos respecto al atributo organoléptico de sabor.

La prueba de Tukey permitió agrupar los tratamientos según las evaluaciones medias de sabor. El tratamiento T5 (quesillo con 80 ml de cuajo de bovino) obtuvo la mejor calificación de sabor (4.10), seguido por T3 (120 ml de cuajo de ovino) con una media de 3.65. Ambos fueron agrupados en el grupo A, considerado el más sabroso. Los tratamientos T4, T1 y T6 presentaron diferencias menores, pero no mostraron diferencias significativas entre ellos. El tratamiento T2 (80 ml de cuajo de ovino) fue el menos valorado por los panelistas.

**Tabla 11**

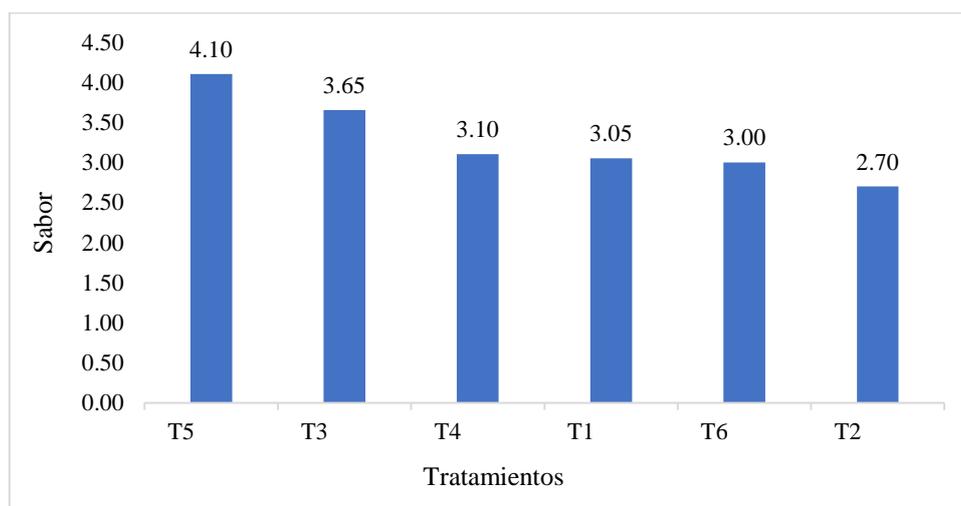
*Prueba de Tukey para las medias del puntaje del sabor de los distintos tipos de quesillos elaborados con dos cuajos artesanales.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Sabor</b>	<b>Agrupación</b>
T5	4.10	A
T3	3.65	AB
T4	3.10	BC
T1	3.05	BC
T6	3.00	BC
T2	2.70	C

*Nota.* Esta prueba compara las medias del puntaje del análisis de varianza para los tratamientos respecto al atributo de sabor.

**Figura 5**

*Puntaje del sabor de los distintos tipos de quesillos elaborados con dos cuajos artesanales.*



*Nota.* Se muestra en el gráfico el comportamiento de los diferentes tratamientos respecto al atributo de sabor.

El tratamiento T5 (80 ml de cuajo bovino) obtuvo la mejor calificación en sabor (4.10), agrupado junto a T3 (120 ml de cuajo ovino). Estos resultados coinciden con los hallazgos de Quispe (2019), quien identificó que los quesos elaborados con cuajo de ovino presentan atributos sensoriales superiores, en particular textura y sabor, atribuibles a la interacción específica de los compuestos enzimáticos. Por su parte, Rivera (2012) destacó que el cuajo de ovina mejora las características organolépticas, como el sabor, en quesos frescos, lo que refuerza los resultados actuales.

El análisis sensorial del sabor mostró que el tratamiento T5 (80 ml de cuajo bovino) obtuvo la mejor calificación (4.10), seguido por T3 (120 ml de cuajo ovino). Este resultado puede explicarse por la actividad proteolítica del cuajo bovino, que genera péptidos y aminoácidos durante la coagulación, contribuyendo al desarrollo de sabores más complejos y agradables. Según Zelaya (2000) citado por Moncada (2005), la calidad de los ingredientes y el proceso de maduración influyen directamente en la percepción sensorial del sabor.

Por otro lado, los tratamientos con menor aceptación podrían haber tenido un desequilibrio en la proporción de enzimas y sustrato, generando compuestos amargos, como advierte Torres (2001), al relacionar la sobredosificación de cuajo con sabores ácidos o amargos.

### **Análisis del color**

El análisis de varianza (ANOVA) reveló diferencias significativas en la percepción del color entre los tratamientos utilizados en la elaboración de quesillos ( $p$ -valor  $< 0.0001$ ). Esto indica que el tipo y la cantidad de cuajo influyen notablemente en la percepción del color por

parte de los panelistas. El coeficiente de variación (15.54%) refleja una moderada variabilidad en las percepciones, lo que podría atribuirse a preferencias personales.

**Tabla 12**

*Análisis de varianza (ANOVA) para el color de los distintos tipos de quesillos elaborados con dos cuajos artesanales (Datos Transformados con  $\sqrt{x}$ ).*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F Calculado</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	3.012	5	0.602	10.16	<0.0001
Error	6.759	114	0.059		
Total	9.771	119			

**CV = 13.54 %**

*Nota.* Análisis de variación para determinar la diferencia estadística entre tratamientos respecto al atributo organoléptico de color.

La prueba de Tukey identificó que el tratamiento T5 (quesillo con 80 ml de cuajo de bovino) obtuvo la mejor calificación en color (media de 4.25), seguido por T3 (120 ml de cuajo de ovino) con 3.85. Ambos fueron agrupados como los más atractivos visualmente. Los tratamientos T1, T6 y T2 obtuvieron puntuaciones menores, pero sin diferencias estadísticamente significativas entre ellos. Estos resultados destacan la importancia del color en la percepción sensorial de los quesillos y su relevancia en la calidad visual del producto final.

**Tabla 13**

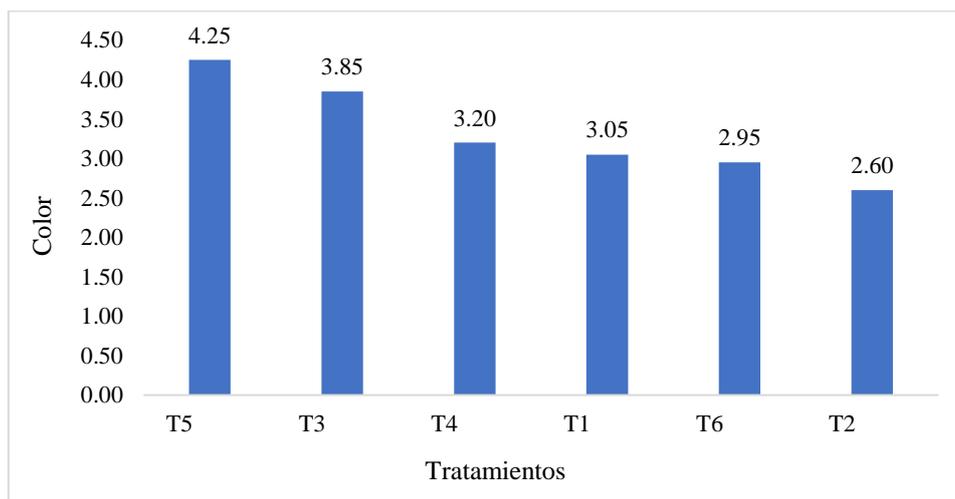
*Prueba de Tukey para las medias del puntaje del color de los distintos tipos de quesillos elaborados con dos cuajos artesanales.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Color</b>	<b>Agrupación</b>
T5	4.25	A
T3	3.85	AB
T4	3.20	BC
T1	3.05	C
T6	2.95	C
T2	2.60	C

*Nota.* Esta prueba compara las medias del puntaje del análisis de varianza para los tratamientos respecto al atributo de color.

**Figura 6**

*Puntaje del color de los distintos tipos de quesillos elaborados con dos cuajos artesanales.*



*Nota.* Se muestra en el gráfico el comportamiento de los diferentes tratamientos respecto al atributo de color.

El color mejor calificado correspondió al tratamiento T5 (media de 4.25), seguido por T3 (3.85). Este resultado también está en línea con los hallazgos de Quispe (2019), quien reportó que el cuajo de ovino influye positivamente en el índice de blancura del queso, destacando la interacción del cuajo con los componentes grasos de la leche. Asimismo, Celis (2019) demostró que el pH y las condiciones de conservación del cuajo bovino tienen un efecto en la fuerza de coagulación y el aspecto visual del queso, factores que podrían explicar las altas calificaciones del tratamiento T5.

El tratamiento T5 también lideró en color (4.25). Esto se puede relacionar con la retención uniforme de sólidos en la cuajada, influenciada por el cuajo bovino. Según Quispe (2019), la interacción entre las proteínas lácteas y el cuajo determina la homogeneidad del color. Además, el índice de blancura reportado en quesos con cuajo bovino puede estar asociado a una menor actividad lipolítica y oxidativa, reduciendo el amarilleamiento.

### **Análisis del olor**

El análisis de varianza (ANOVA) mostró diferencias significativas en las percepciones de olor entre los tratamientos aplicados a los quesillos ( $p$ -valor  $< 0.0001$ ), destacando la influencia del tipo y cantidad de cuajo en esta característica sensorial. El coeficiente de variación (CV) fue del 9.37%, lo que indica una baja variabilidad entre los panelistas, sugiriendo que las diferencias de olor observadas son consistentes.

**Tabla 14**

*Análisis de varianza (ANOVA) para el olor de los distintos tipos de quesillos elaborados con dos cuajos artesanales (Datos Transformados con  $\sqrt{x}$ ).*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F Calculado</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	1.312	5	0.262	8.690	<0.0001
Error	3.444	114	0.030		
Total	4.756	119			

**CV = 9.37 %**

*Nota.* Análisis de variación para determinar la diferencia estadística entre tratamientos respecto al atributo organoléptico de olor.

La prueba de Tukey reveló que el tratamiento T5 (80 ml de cuajo de bovino) obtuvo la puntuación más alta en percepción de olor (media de 4.20), considerado el más agradable. Los tratamientos T4, T3, T6 y T1 recibieron puntuaciones similares, con medias entre 3.50 y 3.60, y fueron clasificados en la categoría B, con un olor aceptable. El tratamiento T2 (80 ml de cuajo de ovino) obtuvo la puntuación más baja (2.90), percibido como el menos agradable. Estos resultados resaltan la importancia del olor en la calidad sensorial de los quesillos y su consideración en el proceso de elaboración.

**Tabla 15**

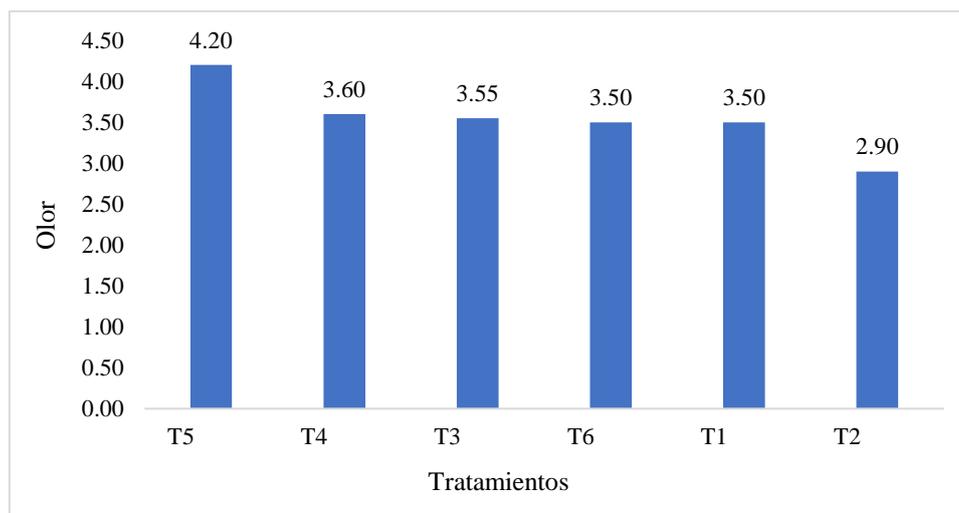
*Prueba de Tukey para las medias del puntaje del olor de los distintos tipos de quesillos elaborados con dos cuajos artesanales.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Olor</b>	<b>Agrupación</b>
T5	4.20	A
T4	3.60	B
T3	3.55	B
T6	3.50	B
T1	3.50	B
T2	2.90	C

*Nota.* Esta prueba compara las medias del puntaje del análisis de varianza para los tratamientos respecto al atributo de olor.

**Figura 7**

*Puntaje del olor de los distintos tipos de quesillos elaborados con dos cuajos artesanales.*



*Nota.* Se muestra en el gráfico el comportamiento de los diferentes tratamientos respecto al atributo de olor.

En relación con el olor, el tratamiento T5 sobresalió con una media de 4.20. Este hallazgo coincide con Castillo (2020), quien reportó que los quesos elaborados con cuajo natural tienen una mayor aceptación sensorial en atributos como el olor, probablemente debido a la ausencia de residuos químicos. Rivera (2012) también señaló que los quesos elaborados con cuajo de bovino presentan mayores niveles de compuestos aromáticos, lo que influye positivamente en la percepción del olor.

En términos de olor, el tratamiento T5 fue considerado el más agradable. Este atributo está ligado a la presencia de compuestos volátiles producidos durante la coagulación y la descomposición de las proteínas. La sal utilizada también actúa como un estabilizador microbiológico, evitando olores indeseados, como señaló Duarte y Román (2014).

### **Análisis de la textura**

El análisis de varianza (ANOVA) mostró diferencias significativas en la percepción de la textura de los quesillos ( $p = 0.0006$ ), indicando que el tipo y cantidad de cuajo utilizado influyen notablemente en esta característica. El coeficiente de variación (12.28%) refleja una moderada variabilidad entre las percepciones de los panelistas.

**Tabla 16**

*Análisis de varianza (ANOVA) para la textura de los distintos tipos de quesillos elaborados con dos cuajos artesanales (Datos Transformados con  $\sqrt{x}$ ).*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F Calculado</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	1.181	5	0.236	4.687	0.0006
Error	5.743	114	0.05		
Total	6.924	119			

**CV = 12.28 %**

*Nota.* Análisis de variación para determinar la diferencia estadística entre tratamientos respecto al atributo organoléptico de textura.

La prueba de Tukey reveló que el tratamiento T5 (80 ml de cuajo de bovino) obtuvo la mejor puntuación en textura (media de 4.15), siendo percibido como el más favorable. Los tratamientos T4, T3 y T1, con puntuaciones entre 3.45 y 3.50, fueron clasificados en la categoría AB, considerados aceptables pero inferiores a T5. En cambio, los tratamientos T6 y T2 obtuvieron las puntuaciones más bajas (3.30 y 2.90), con una textura menos favorable. Estos resultados subrayan la importancia de ajustar el tipo y cantidad de cuajo para lograr una textura satisfactoria en la elaboración de quesillos.

**Tabla 17**

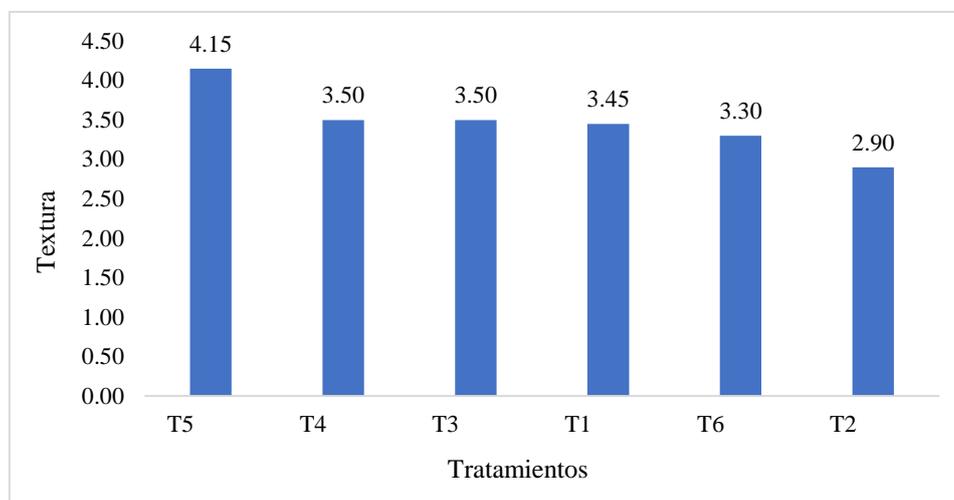
*Prueba de Tukey para las medias del puntaje de la textura de los distintos tipos de quesillos elaborados con dos cuajos artesanales.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Textura</b>	<b>Agrupación</b>
T5	4.15	A
T4	3.50	AB
T3	3.50	AB
T1	3.45	AB
T6	3.30	B
T2	2.90	B

*Nota.* Esta prueba compara las medias del puntaje del análisis de varianza para los tratamientos respecto al atributo de textura.

## Figura 8

*Puntaje de la textura de los distintos tipos de quesillos elaborados con dos cuajos artesanales.*



*Nota.* Se muestra en el gráfico el comportamiento de los diferentes tratamientos respecto al atributo de textura.

En la textura, T5 (80 ml de cuajo bovino) también lideró con una puntuación de 4.15, seguido de tratamientos con cuajo ovino. Esto está de acuerdo con García (2015), quien identificó que los coagulantes naturales, como los vegetales, pueden incrementar atributos como la dureza y gomosidad, aunque estos son más evidentes en el cuajo de origen animal. De igual forma, Quispe (2019) atribuyó al cuajo de ovino una textura más favorable en comparación con otros cuajos naturales, resultado que reafirma lo observado.

La textura del quesillo, liderada nuevamente por T5 (4.15), está asociada a la estructura de la red de caseína formada durante la coagulación. La quimosina del cuajo bovino facilita la formación de micelas compactas, lo que mejora la elasticidad y firmeza del producto final. Según Torres (2001), las condiciones de coagulación influyen en la textura, ya que temperaturas óptimas y una dosificación adecuada de cuajo resultan en una cuajada más uniforme y menos quebradiza.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones**

Se determinó que la fuerza de cuajada depende significativamente del tipo y la cantidad de cuajo utilizado. El tratamiento T1, con 40 ml de cuajo ovino, mostró la mayor fuerza de cuajada, mientras que los tratamientos con mayor cantidad de cuajo presentaron menor eficiencia. Esto destaca la importancia de una dosificación adecuada para optimizar la coagulación.

El tratamiento T5, con 80 ml de cuajo bovino, obtuvo las mejores evaluaciones sensoriales en sabor, olor, color y textura, indicando que este tipo de cuajo favorece la calidad organoléptica del quesillo. En contraste, tratamientos con cantidades inadecuadas de cuajo mostraron menor aceptación sensorial.

Se observó una relación indirecta entre la fuerza de cuajada y la calidad sensorial. Los tratamientos con menor fuerza de cuajada lograron mejores características sensoriales, destacando la importancia de equilibrar correctamente el tipo y la cantidad de cuajo para garantizar un producto de alta calidad.

#### **5.2. Recomendaciones**

Emplear cantidades moderadas de cuajo, como 40 ml de cuajo ovino o 80 ml de cuajo bovino, para maximizar la fuerza de cuajada y asegurar una coagulación eficiente que favorezca las propiedades físicas del quesillo.

Para lograr un equilibrio entre fuerza de cuajada y calidad sensorial, se sugiere utilizar cuajo bovino cuando se priorice una mejor aceptación en atributos como sabor y textura, y cuajo ovino para obtener una mayor firmeza en la coagulación.

Realizar investigaciones complementarias para explorar la combinación de diferentes tipos de cuajo y ajustar variables como tiempo y temperatura de coagulación, con el objeto de mejorar aún más la calidad sensorial y tecnológica del quesillo.

Asimismo, se sugiere realizar investigaciones utilizando cantidades inferiores a 40 ml de cuajo, con el objetivo de evaluar cómo estas afectan la calidad final del producto y, de esta manera, ampliar las posibilidades de optimización en los procesos de producción.

## BIBLIOGRAFÍA

Alais, C. (2003). Ciencia de la leche Principios de la técnica lechera (A. Lacasa Godina (ed.); Societé dé). Registro Núm. 43y 873 p-191p

Arias, A. (2009). “*Producción de enzimas en la industria láctea (lactasa y Renina)*”. [Tesis de Grado. Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD]. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/1539>

Bernal, A. S. (2022). *Aplicaciones y Tecnologías Utilizadas para el Aprovechamiento del Suero Lácteo, la Producción del Suero en Polvo, Derivados y sus Aplicaciones en la Industria en General y de Alimentos*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD]. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://core.ac.uk/download/533907960.pdf>

Boucher, F. y Réquier, D. (2005). La concentración de las queserías rurales de Cajamarca: retos y dificultades de una estrategia colectiva de activación. *Agroalimentaria*, vol. 11, núm. 21, pp. 13-27. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/1992/199216552001.pdf>

Canchihuaman, K. y Porras, L. (2022). *Influencia de la adición de componentes proteicos y lactobacillus casei sobre las características y vida útil del queso fresco funcional*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/1992/199216552001.pdf>

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/9302/T010\_72088650\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Castro, K. (2010). Tecnología de alimentos. 1era ed. Editorial Adrián Gutiérrez M. Ediciones de la U, Colombia. 53p.

Celis, M. G. (2019). *Determinación de parámetros para la obtención y conservación de cuajo bovino en el distrito de Cajamarca*. [Tesis de Grado. Universidad Nacional de Cajamarca]. chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://190.116.36.86/bitstream/handle/20.500.14074/3056/DETERMINACION%20DE%20PARAMETROS%20PARA%20LA%20OBTENCION%20Y%20CONSERVACION%20%20DE%20CUAJOS%20BOVINOS%20EN%20EL%20DISTRITO%20DE%20C.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Codex Alimentarius, N. d. (2003). DOCUMENTOS DE LA FAO version pdf. Codex stan 221.

Cordova, J. y Martinez, O. (2018). *Propuesta de un proceso de planeamiento y control de la producción, basado en la gestión por procesos y estandarización del proceso productivo para mejorar la productividad de las Mype del sector lácteo en la provincia de Cajamarca*. [Tesis de Grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625580/C%c3%b3rdova\_hj.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Chañi, A. (2023). *Utilización de los cuajos naturales para la elaboración de queso fresco en el distrito de Kunturkanki – Canas, 2022*. [Tesis de Grado. Universidad Tecnológica de los Andes].  
[https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/553/1/Utilizaci%  
c3%b3n%20de%20los%20cuajos%20naturales\\_Chac%3bli%20Choquemaque\\_Arturo.pdf](https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/553/1/Utilizaci%c3%b3n%20de%20los%20cuajos%20naturales_Chac%3bli%20Choquemaque_Arturo.pdf)

CEDEPAS Norte, ITP, & Ministerio de la Producción. (2016). Manual de producción de derivados lácteos. CEDEPAS Norte. Recuperado de  
[https://www.cedepas.org.pe/sites/default/files/manual\\_lacteos.pdf](https://www.cedepas.org.pe/sites/default/files/manual_lacteos.pdf)

Delgado Estrada, Stephanie, Villacis Aveiga, Washington Homero, & Chávez Garcés, Angel Mauricio. (2018). Analysis of purchasing behavior in intangible services. *Revista Universidad y Sociedad*, 10(3), 125-133.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202018000300125&lng=es&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202018000300125&lng=es&tlng=en).

Duarte, G. & Román V.; (2014). *Propuesta para la estandarización del proceso del quesillo en Nicaragua con énfasis en las zonas de león y chontales*. [Tesis de Grado. Universidad Nacional de Ingeniería]. <http://ribuni.uni.edu.ni/1453/1/40094.pdf>

Espejel, A.; Rodríguez, D. M.; Barrera, A. I.; Ramírez, A. G. (2018). Factores estratégicos de la innovación y mercado en queserías artesanales de México. *Revista Venezolana de Gerencia*, vol. 23, núm. 82.  
<https://www.redalyc.org/journal/290/29056115011/29056115011.pdf>

Espinoza et al. (2012). *Plan Estratégico del Sector Lácteo de Cajamarca*. [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú].

<https://www.proquest.com/openview/1d1f5c0d6db9b42b49612c2d5d531a92/1?pq-origsite=gscholar&cbl=51922&diss=y>

Espinoza, J. 2007. Evaluación sensorial de los alimentos. Ciencia de la Leche: 1 ed. Editorial

Universitaria El Velado, Ciudad de la Habana. 39 p-40 p.  
<file:///C:/Users/USER/Downloads/LIBRO%20ANALISIS%20SENSORIAL-1%20MANFUGAS.pdf>

Ferrandini, E. (2006). *Elaboración de queso de Murcia al vino*. [Tesis de Grado. Universidad de Murcia].

<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/11055/FerrandiniBanchero.pdf>

García, D. V. (2015). *Estudio del empleo de coagulantes vegetales en la elaboración de quesos de cabra*. [Tesis de Grado. Universidad de Murcia].

<chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/46026/1/Tesis%20formato%20electr%C3%B3nico%20final%20sin%20articulos.pdf>

Garrido, E. y Pantoja, K. (2023). *Factores socioeconómicos y calidad de vida de pequeños y medianos productores de leche bovina del Cantón Tulcán en el año 2022*. [Tesis de

Grado, Universidad Politécnica Estatal del Carchi]. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream>

m/123456789/1818/1/590-%20GARRIDO%20REVELO%20EDISON-  
%20PANTOJA%20CANACUAN%20KEVIN.pdf

Gobierno Regional Cajamarca. (2021). Producción lechera en Cajamarca supera 361 000 000 litros anuales. NOTICIAS Gobierno Regional Cajamarca. <https://www.regioncajamarca.gob.pe/portal/noticias/det/3381>

González, M. 2002. Tecnología para la Elaboración de Queso Blanco, Amarillo y Yogurt. [https://www.academia.edu/4598259/Tecnolog%C3%ADa\\_para\\_la\\_Elaboraci%C3](https://www.academia.edu/4598259/Tecnolog%C3%ADa_para_la_Elaboraci%C3)

Guest. (s. f.). Costa Rica - VSIP.INFO. vsip.info. <https://vsip.info/costa-rica-5-pdf-free.html>

Guzmán, P. Y. (2018). *Evaluación de las propiedades físicas, químicas y organolépticas del yogurt batido enriquecido con extracto de basul (Erythrina edulis)*. Tesis de Pregrado. Andahuaylas: Universidad José María Arguedas. [https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/425/Yori\\_Yoon\\_Tesis\\_Bachiller\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/425/Yori_Yoon_Tesis_Bachiller_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Imbett Guerrero, J. (2006). *Caracterización de la producción artesanal de queso en el área rural de la subregión Bajo San Jorge, Sucre, Colombia*. [Tesis de Grado. Universidad de Sucre]. <https://repositorio.unisucre.edu.co/handle/001/406>

Jiménez, L. (2019). *Evaluación de la calidad higiénico-sanitaria y tecnológica de la leche de raza manchega como instrumento para la mejora de la viabilidad socioeconómica y ambiental de los sistemas productivos de ovino lechero*. [Tesis de Doctorado, Universidad de Córdoba]. <https://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/19637>

Llangari, P. (1991). Tecnología para la elaboración de productos lácteos. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.  
[https://www.google.com.pe/books/edition/Tecnologia\\_Para\\_La\\_Elaboracion\\_De\\_Produc/E4IzAQAAMAAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=el+poder+coagulante+o+fuerza+del+cuajo&pg=PA7&printsec=frontcover](https://www.google.com.pe/books/edition/Tecnologia_Para_La_Elaboracion_De_Produc/E4IzAQAAMAAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=el+poder+coagulante+o+fuerza+del+cuajo&pg=PA7&printsec=frontcover)

Madrid, A. (1999). Tecnología quesera. Madrid España, AMV & Mundi-Prensa.

Meza, G. L. y Ochazara, M. F. (2021). *Evaluación de la producción de queso de ovino elaborado con cuajo artesanal y cuajo comercial*. [Tesis de Grado. Universidad Nacional de Huancavelica].  
<https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/49b2b0de-db95-41e5-ac9c-19309926b555/content>

Moncada, R.; (2005). *Efecto de la acidez y cantidad de suero en las características físicoquímicas y sensoriales del quesillo Zamorano*. [Tesis de Grado. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras].  
<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1078/1/AGI-2005-T021.pdf>

Mondino, M. y Ferratto, (s.f.) “El análisis sensorial, una herramienta para la evaluación de la calidad desde el consumidor”. *CORE.1.* 20-48.  
<https://core.ac.uk/download/pdf/61695502.pdf>

- Ortiz, L. y Cabascango, J. (2015). *“Incidencia del contenido de grasa de la leche de vaca, dosis del probiótico (Lactobacillus casei - 01) y temperatura de inoculación del cultivo en la elaboración de queso fresco”*. [Tesis de Grado. Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/4488>
- Porras, N. K. (2022). *Fortalecimiento de una Unidad Productora Familiar de quesillo en Nazareno Etila, Oaxaca a través de los principios de economía solidaria y la innovación del sistema de producción*. [Tesis de Grado, Instituto Politécnico Nacional]. [http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx/jspui/handle/LITER\\_CIIDIROAX/633](http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx/jspui/handle/LITER_CIIDIROAX/633)
- Prada, B. (2008). *“Evaluación físico – química del proceso de maduración del queso gouda”*. [Tesis de Grado. Universidad Rafael Urdaneta]. <https://documentos.uru.edu/pdf/2101-08-01892.pdf>
- Prado, S. E. (2014). *Efecto del cuajo bovino criollo y de cuy en la evaluación sensorial del quesillo*. [Tesis de Grado. Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3795>
- Quispe, C. (2019). *Efecto de los cuajos naturales sobre el rendimiento, consistencia y color en la elaboración del queso fresco*. [Tesis de Grado. Universidad Nacional José María Arguedas]. [https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/528/Cilma\\_Tesis\\_Bachiller\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/528/Cilma_Tesis_Bachiller_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Rámirez, C. y Velez, J. (2012). Quesos frescos: propiedades, metidos de determinación y factores que afectan su calidad. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos* 6 - 2 (2012): 131 – 148. [https://www.researchgate.net/profile/Carolina-Ramirez-Lopez/publication/303959697\\_Quesos\\_frescos\\_propiedades\\_metodos\\_de\\_determinacion\\_y\\_factores\\_que\\_afectan\\_su\\_calidad/links/57601b6208ae227f4a3ee94e/Quesos-frescos-propiedades-metodos-de-determinacion-y-factores-que-afectan-su-calidad.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Carolina-Ramirez-Lopez/publication/303959697_Quesos_frescos_propiedades_metodos_de_determinacion_y_factores_que_afectan_su_calidad/links/57601b6208ae227f4a3ee94e/Quesos-frescos-propiedades-metodos-de-determinacion-y-factores-que-afectan-su-calidad.pdf)

Ramírez, J. (2019). Evaluación del efecto de proteasas de estómagos de ovino, bovino y caprino en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del queso fresco. [Tesis de grado]. Universidad Nacional del Altiplano Puno. Perú].

Requejo, E. (2019). *Influencia de la calidad, costo, y diferenciación en la competitividad de la producción de queso fresco en el distrito de Bambamarca*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Cajamarca]. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://190.116.36.86/bitstream/handle/20.500.14074/3707/INFLUENCIA%20DE%20LA%20CALIDAD%2c%20COSTO%2c%20Y%20DIFERENCIACI%c3%93N%20EN%20LA%20COMPETITIVIDAD%20DE%20LA%20PRODUCCI%c3%93N%20DE%20QUESO%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rivera, S. J. (2018). *Innovación en el sector lácteo*. [Tesis de Grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625580/C%c3%b3rdova\\_hj.pdf?sequence=1&isAllowed=y](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625580/C%c3%b3rdova_hj.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ruiz, L. F. (2023). *Aplicación de tres niveles de quinua como extensor para elaboración de queso mozzarella*. [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].

chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18801/1/27T00588.pdf

Salazar, M. (2006). *Elaboración de queso de Murcia de vino con cuajo natural en pasta*. [Tesis de grado. Universidad de Murcia España].

<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/11055/FerrandiniBanchemo.pdf?sequence=1>

Sandoval, J. R. (2019). *Evolución de los atributos sensoriales de queso Oaxaca durante su vida útil y caracterización sensorial analítico afectiva de queso Oaxaca comercial*. [Tesis de

Doctorado, Universidad Autónoma del Estado de México]. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/105705/Tesis%20Doctoral-Pepe.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sbodio, O. A., & Revelli, G. R. (2012). Coagulación de la leche: Desarrollo de un dispositivo para el “monitoreo” online del proceso. *Avances en la Argentina. RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 38(3), 236-246.

[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1669-23142012000300006&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-23142012000300006&lng=es&tlng=es).

Statista. (2023). Queso: producción mundial 2015-2023. Statista.

<https://es.statista.com/estadisticas/1311313/produccion-de-queso-en-el-mundo/>

- Talledo, L. M. (2020). *Evaluación de la calidad y rendimiento del queso fresco elaborado con leche de vaca utilizando dos tipos de cuajo: natural y artificial*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Piura]. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://core.ac.uk/download/pdf/389268519.pdf
- Torres E.H. (2001). “El Queso Maduro y sus secretos”- serie de documentos de trabajo PRODAR-N°16-Lima-Peru octubre 2001-Pag.61
- Trejo, J. L. (2016). *Monitoreo del proceso de cuajada mediante visión por computadora, aplicado en la fabricación de queso fresco*. [Tesis de Grado, Universidad Veracruzana]. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/46832/TrejoMironJLuis.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Watts, B., Ylimark. G., Jeffrery. L. y Elías. L. (1992). “Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Preparado con la ayuda del centro Internacional de la Investigación para el desarrollo”. Canadá. 121p.
- Zamorán, D. s.f. Manual de Procesamiento Lácteo. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.jica.go.jp/Resource/nicaragua/espanol/office/others/c8h0vm000001q4bc-att/14\_agriculture01.pdf
- Zuluaga, N. (2017). *El análisis sensorial de alimentos como herramienta para la caracterización y control de calidad de derivados lácteos*. [Tesis de Grado.

Universidad Nacional de Colombia]. chrome-  
extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.unal.edu.co/bitstrea  
m/handle/unal/62784/1128280679.2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

## ANEXOS

**Figura 9**

*Encuesta hedónica para determinar el grado de aceptabilidad del quesillo con cuajo artesanal*

**Encuesta hedónica de 5 puntos de aceptación**

**Instrucciones**

Frente a usted se presenta tres muestras de quesillo con cuajo artesanal, observe y pruebe cada una de ellas e indique el grado en que le gusta o le disgusta de acuerdo con el puntaje/categoría escriba el número correspondiente a cada muestra.

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
1	Muy malo	4	Bueno
2	Malo	5	Excelente
3	Regular		

Bloque	Calificación para cada bloque			
	Sabor	Color	Olor	Textura
T1				
T2				
T3				
T4				
T5				
T6				

Observaciones adicionales: .....

.....

*Nota.* Se presenta una encuesta hedónica para la evaluación de quesillo con cuajo artesanal en una escala de 5 puntos para determinar la aceptación.

**Tabla 18***Resultados de la evaluación sensorial para el atributo sabor*

N°	ATRIBUTO SABOR					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	3	4	2	2	4	3
2	3	3	3	4	4	4
3	2	4	4	3	4	4
4	2	2	5	4	4	4
5	3	3	4	4	5	2
6	2	2	3	3	5	2
7	2	1	5	2	3	2
8	3	3	4	4	3	3
9	3	3	4	3	4	4
10	3	4	5	2	3	1
11	3	4	4	3	4	4
12	4	3	4	4	4	3
13	2	2	3	2	3	3
14	3	2	3	4	3	3
15	3	3	4	4	5	4
16	3	2	3	3	5	3
17	2	2	3	2	5	2
18	2	1	2	2	5	2
19	3	3	4	4	5	3
20	3	3	4	3	4	4

*Nota.* Se muestra los valores otorgados a las muestras de quesillo con dos cuajos artesanales para el atributo de sabor

**Tabla 19***Resultados de la evaluación sensorial para el atributo color*

N°	ATRIBUTO COLOR					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	3	4	4	2	4	3
2	5	3	3	4	4	4
3	4	4	4	3	4	4
4	2	2	5	4	4	4
5	3	3	4	4	5	2
6	2	2	3	3	5	2
7	2	1	5	2	4	2
8	3	3	4	4	4	3
9	4	3	4	3	4	4
10	3	3	5	2	3	1
11	3	3	4	3	4	4
12	4	3	4	4	4	3
13	2	2	3	4	3	3
14	3	2	3	4	4	3
15	4	3	4	4	5	4
16	3	2	3	3	5	3
17	2	2	3	2	5	2
18	2	1	2	2	5	2
19	3	3	5	4	5	3
20	4	3	5	3	4	3

*Nota.* Se muestra los valores otorgados a las muestras de quesillo con dos cuajos artesanales para el atributo de color

**Tabla 20***Resultados de la evaluación sensorial para el atributo olor*

N°	ATRIBUTO OLOR					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	4	3	4	4	4	4
2	4	3	3	4	4	4
3	4	3	5	4	5	4
4	4	3	4	4	5	4
5	3	4	3	3	4	4
6	3	3	2	3	5	3
7	3	3	3	3	3	3
8	2	3	3	4	4	3
9	4	3	4	4	4	4
10	5	4	4	3	5	3
11	4	3	4	4	4	4
12	4	3	4	4	4	3
13	3	2	3	3	3	3
14	3	2	4	4	4	4
15	4	2	4	4	4	4
16	3	3	4	3	4	3
17	4	3	3	3	5	3
18	3	3	3	3	5	3
19	2	3	3	4	4	3
20	4	2	4	4	4	4

*Nota.* Se muestra los valores otorgados a las muestras de quesillo con dos cuajos artesanales para el atributo de olor.

**Tabla 21***Resultados de la evaluación sensorial para el atributo textura*

N°	ATRIBUTO TEXTURA					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	4	3	4	4	4	4
2	4	4	4	4	4	3
3	4	2	5	4	4	4
4	4	4	4	4	3	3
5	3	3	3	3	3	3
6	3	2	3	3	3	3
7	3	3	4	3	3	3
8	3	2	2	3	5	5
9	4	4	3	4	5	3
10	5	3	4	5	4	3
11	4	4	4	4	5	4
12	3	4	4	3	5	3
13	2	3	2	3	5	2
14	3	2	4	3	4	3
15	4	4	4	4	4	4
16	3	2	5	4	5	3
17	3	2	2	2	5	2
18	3	3	4	3	3	3
19	3	2	2	3	5	5
20	4	2	3	4	4	3

*Nota.* Se muestra los valores otorgados a las muestras de quesillo con dos cuajos artesanales para el atributo de textura.

## Figura 10

### *Cultivo Láctico*



*Nota.* El cultivo láctico R-707 Chr. Hansen que contiene cepas mesófilas utilizado en la elaboración de quesillo.

## Figura 11

### *Insumo: Fosfato monocálcico*



*Nota.* Se muestra insumo fosfato monocálcico utilizado para el aporte de calcio en la elaboración de quesillo.

**Figura 12**

Cuajo artesanal de ovino



*Nota.* Se muestra cuajo natural animal de ovino que utiliza para coagular la caseína de la leche en su presentación líquida para la elaboración de quesillo.

**Figura 13**

*Cuajo artesanal de bovino*



*Nota.* Se muestra cuajo natural animal de bovino que utiliza para coagular la caseína de la leche en su presentación líquida para la elaboración de quesillo.

## **Figura 14**

### *Recepción de leche*



*Nota.* La leche que entra al proceso para la elaboración de queso artesanal.

## **Figura 15**

### *Análisis de leche*



*Nota.* Se practican análisis organolépticos, así como acidez, grasa y antibióticos para garantizar la calidad y el buen rendimiento del producto final.

## **Figura 16**

### *Pasteurización de leche*



*Nota.* Se muestra la aplicación de temperatura para poder disminuir la carga de microorganismos patógenos en la elaboración de queso.

## **Figura 17**

### *Corte de cuajada*



*Nota.* El corte de cuajada realizado en los diversos tratamientos en la elaboración de queso a partir de cuajos artesanales.

## **Figura 18**

*Desuerado*



*Nota.* Se muestra el desuerado de los tratamientos de quesillo con dos cuajos artesanales.

## **Figura 19**

*Quesillo artesanal con dos cuajos artesanales*



*Nota.* Se muestra el desuerado de los tratamientos de quesillo con dos cuajos artesanales.

## Figura 20

*Muestras para evaluación sensorial de quesillo*



*Nota.* Se realizó la evaluación de las características organolépticas de los tratamientos (quesillo) elaborados con dos cuajos artesanales.

## Figura 21

*Panelistas evaluando muestras de quesillo*



*Nota.* Se muestra los panelistas entrenados que realizaron la evaluación sensorial de los tratamientos obtenidos.