

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA**



**CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DE LA LECHE Y EL QUESO EN EL  
CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA-UNSAAC**

Tesis presentada por la Bachiller en Ciencias Agrarias:

**GUADALUPE ORELLANA LIGAS**, para optar al Título

Profesional de **INGENIERO ZOOTECNISTA**.

**ASESORES:**

Ph.D. Ing Zoot. WALTER ORESTES ANTEZANA JULIAN

Ing Agr. EDMUNDO ROBERTO LOAYZA MIRANDA

M.Sc. Ing Zoot. NANCY FRINEE HUANCA MARCA

**PATROCINADOR: YACHAYNINCHIS WIÑARINAPAQ - UNSAAC CUSCO - PERÚ**

**2022**

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación “Caracterización de la calidad de la leche y el queso en el Centro Agronómico K'ayra” se realizó en el Laboratorio de Tecnologías e Industrias Lácteas y en la planta de elaboración de queso de la Escuela Profesional de Zootecnia, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco de junio a octubre del año 2019. El objetivo fue caracterizar la calidad de leche, y el proceso de elaboración de queso en el Centro Agronómico K'ayra. Se evaluaron 36 vacas: 20 de la raza Holstein Friesian, 2 Brown Swiss y 14 Cruzadas, de primera a quinta lactación, de 3 a 6 años de edad; las cuales estaban al inicio y otras finalizando su etapa de producción de leche. La toma de muestras se realizó durante 30 días en el ordeño de la mañana y tarde. Se evaluó la composición química de la leche como el porcentaje de grasa, proteína, lactosa, minerales, sólidos no grasos, sólidos totales y dentro de las propiedades físicas se determinó la densidad, punto de congelación y pH. Se evaluó el proceso de elaboración de queso y se realizó análisis sensorial. Para todos los parámetros se realizó un análisis descriptivo. La producción de grasa fue de 3,23 %  $\pm$  0,30 %; 3,95 %  $\pm$  0,32 %; 3,81 %  $\pm$  0,29 %; proteína 3,45 %  $\pm$  0,27 %; 3,37 %  $\pm$  0,24 %; 3,29 %  $\pm$  0,31 %; lactosa 4,55 %  $\pm$  0,19 %; 4,88 %  $\pm$  0,19 %; 4,47 %  $\pm$  0,30 % y los sólidos totales 11,87 %  $\pm$  0,47 %; 12,48 %  $\pm$  0,59; 12,25 %  $\pm$  0,78 para las razas Holstein Friesian, Brown Swiss y vacas cruzadas respectivamente.

Los parámetros de calidad de leche para la elaboración de queso en el Centro Agronómico no cumplen con los parámetros establecidos por la Norma Técnica

Peruana 202 001 (2003) y de la misma forma el proceso de elaboración de queso no cumple con los principios básicos exigidos por Buenas Prácticas de Manufactura. El análisis sensorial indica que la producción del queso presenta diferentes características organolépticas de una a otra producción. Los resultados indican que el producto final no es homogéneo debido a la falta de un protocolo de elaboración de queso en planta.

## DEDICATORIA

*A los seres que me dieron la virtud de la vida, mis padres **VICTOR ORELLANA LEÓN** y **JULIA LIGAS PUCCLLA**, quienes han sido pilares fundamentales en mi preparación como profesional, ya que con su constante apoyo, comprensión y sacrificio he culminado con éxito una etapa importante.*

*A mis hermanas **EDITH, SONIA, VANESSA Y MARIANELA**, por sus consejos, orientaciones y apoyo, este logro es por ustedes familia.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Mi agradecimiento y reconocimiento a todos y cada uno de los docentes de la Escuela Profesional de Zootecnia de la Facultad de Ciencias Agrarias de la **Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco**, por haberme permitido culminar con bien mi formación profesional.*

*A mis asesores **Ph.D. MSc. Ing Zoot. Walter Orestes Antezana Julián, Ing Agr. Edmundo Roberto Loayza Miranda y MSc. Ing Zoot. Nancy Frinee Huanca Marca**, por sus orientaciones, paciencia y empeño que hicieron posible que el presente trabajo de investigación se concluya de la mejor manera.*

*Un agradecimiento especial al **Ing Zoot. César Ordoñez Rodríguez** por sus orientaciones, consejos y confianza durante el proceso de investigación.*

*A **Frank Ronald** por su apoyo, comprensión y constante motivación durante mi etapa de formación profesional.*

*A mis compañeros del código 2013-2: **Alexandra, Priscila, Reyna, Navia, Eliseo, Eraclio, Víctor, Eraclio, Moisés, Rene**, gracias por su amistad y por compartir el aula conmigo, siempre los tendré presente.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>IV</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>I</b>
<b>GLOSARIO</b> .....	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>2</b>
<b>PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>1.1. Descripción del problema objeto de investigación</b> .....	<b>3</b>
<b>1.2. Planteamiento del problema</b> .....	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>5</b>
<b>OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>1.1. Objetivo general</b> .....	<b>5</b>
<b>1.2. Objetivo específico</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3. Justificación</b> .....	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>7</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1. Antecedentes de la investigación</b> .....	<b>7</b>
2.1.1. Antecedentes de calidad físico química de la leche y el proceso de elaboración del queso.....	<b>7</b>
<b>2.2. Definición de Leche</b> .....	<b>8</b>
<b>2.3. Composición química de la leche</b> .....	<b>8</b>
2.3.1. La grasa.....	<b>8</b>
2.3.2. La lactosa. ....	<b>9</b>
2.3.3. Proteína. ....	<b>9</b>
2.3.4. Las enzimas .....	<b>10</b>

2.3.5. Las vitaminas.....	11
<b>2.4. Propiedades físicas de la leche .....</b>	<b>12</b>
2.4.1. Densidad .....	12
2.4.2. El pH de la leche. ....	13
2.4.3. La viscosidad.....	13
2.4.6. El calor específico. ....	14
2.4.7. La acidez de la leche. ....	14
<b>2.5. Características organolépticas.....</b>	<b>15</b>
2.5.1. Aspecto.....	15
<b>2.6. Calidad higiénica de la leche.....</b>	<b>16</b>
<b>2.7. Control de calidad de la leche.....</b>	<b>17</b>
2.7.1. Control organoléptico .....	17
2.7.2. Control físico químico.....	17
<b>2.8. Calidad higiénico-sanitaria de la leche de vaca .....</b>	<b>18</b>
2.8.1. Calidad higiénica.....	18
2.8.2 Carga bacteriana.....	19
2.8.3. Inhibidores y antibióticos.....	19
2.8.4 Calidad sanitaria .....	20
<b>2.9. Parámetros de calidad de la leche según la norma técnica peruana.....</b>	<b>21</b>
<b>2.10. Factores que influyen en la producción y composición de la leche .....</b>	<b>22</b>
<b>2.11. El queso .....</b>	<b>24</b>
<b>2.12. Características físico-químicas del queso.....</b>	<b>24</b>
<b>2.13. Clasificación del queso.....</b>	<b>25</b>
<b>2.14. Proceso de elaboración del queso.....</b>	<b>26</b>
2.14.1. Recepción de la leche.....	26

2.14.2. Análisis.....	26
2.14.4. El filtrado.....	27
2.14.5. La pasteurización.....	27
2.14.6. El enfriamiento.....	27
2.14.7. Incorporación del cuajo.....	27
2.14.8. La coagulación.....	28
2.14.9. El corte.....	28
2.14.10. Primer batido.....	28
2.14.11. Primer Desuerado.....	29
2.14.12. Segundo batido.....	29
2.14.14. Moldeado de la cuajada.....	30
<b>2.15. Características organolépticas del queso.....</b>	<b>31</b>
2.15.1. La apariencia.....	31
2.15.2. La consistencia / textura.....	31
2.15.3. Olor.....	33
2.15.4. El sabor y <i>flavor</i> .....	33
<b>2.16. Evaluación Sensorial.....</b>	<b>33</b>
<b>2.17. Técnicas de las Buenas Prácticas de Manufactura.....</b>	<b>33</b>
2.17.1. Materia Prima.....	34
2.17.3. Establecimientos.....	34
2.17.4. Estructura.....	34
2.17.5. La higiene.....	35
2.17.6. El personal.....	35
2.17.7. La documentación.....	36

<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>37</b>
<b>MATERIALES Y METODOLOGIA.....</b>	<b>37</b>
<b>3.1. Lugar de estudio .....</b>	<b>37</b>
3.1.1. Ubicación política.....	37
3.1.2. Ubicación geográfica.....	38
3.1.3. Ubicación hidrográfica.....	38
<b>3.2. Materiales y equipos .....</b>	<b>38</b>
3.2.1. Material Biológico.....	38
3.2.2. Materiales para la colección de muestra .....	38
3.2.3. Materiales y equipos de laboratorio.....	38
3.2.4. Materiales y equipos de la planta de quesos .....	39
3.2.5. Insumos y reactivos .....	39
3.2.6. Materiales de escritorio .....	39
<b>3.3. Metodología de estudio .....</b>	<b>40</b>
3.3.1. De los animales.....	40
3.3.2. De la alimentación.....	40
3.3.3. De la recolección de las muestras para determinar calidad de leche .....	40
3.3.4. Evaluación de las características físico - químicas de la leche .....	41
3.3.5. Caracterización del proceso de la elaboración del queso .....	41
3.3.6. Evaluación de las características organolépticas del queso .....	44
<b>3.4. Análisis estadístico .....</b>	<b>45</b>
3.4.1. Para determinar la calidad de leche y la elaboración de queso .....	45
3.4.2. Para determinar las características sensoriales del queso .....	45
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>46</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>46</b>

<b>4.1. De la determinación de las características físicas-químicas de la leche en el Centro Agronómico K´ayra.....</b>	<b>46</b>
<b>4.2. De la caracterización del proceso de elaboración del queso .....</b>	<b>52</b>
<b>4.3 Características organolépticas del queso: color, olor, textura y sabor.....</b>	<b>58</b>
4.3.1. Del rendimiento quesero .....	61
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>62</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>62</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>63</b>
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>64</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>64</b>
<b>ANEXOS</b>	
<b>Anexo 1. Colección de muestras de leche en el establo de la Granja K´ayra.....</b>	<b>68</b>
<b>Anexo 2. Análisis de muestras en laboratorio.....</b>	<b>69</b>
<b>Anexo 3. Proceso de elaboración de queso en la planta de lácteos .....</b>	<b>70</b>
<b>Anexo 4. Análisis sensorial del queso mediante la cata .....</b>	<b>72</b>
<b>Anexo 5. Valores ponderados de las características físico químicas de la leche raza Holstein Friesian durante los 30 días de estudio en el Centro Agronómico K´ayra .....</b>	<b>73</b>
<b>Anexo 6. Valores ponderados de las características físico químicas de la leche raza Brown Swiss durante los 30 días de estudio en el Centro Agronómico K´ayra .....</b>	<b>74</b>
<b>Anexo 7. Valores ponderados de las Características físico químicas de la leche de las Vacas Cruzadas durante los 30 días de estudio en el Centro Agronómico K´ayra .....</b>	<b>74</b>
<b>Anexo 8. Características físico químicas de la leche para la elaboración de queso en el Centro Agronómico K´ayra durante 28 días de estudio.....</b>	<b>75</b>
<b>Anexo 9. Test de clasificación sobre la escala lineal para el Análisis Sensorial.....</b>	<b>76</b>

<b>Anexo 10.</b> Datos del rendimiento quesera durante 28 días en la planta de procesamiento de lácteos.....	77
<b>Anexo 11.</b> Especificaciones técnicas del Cuajo Hansen “Tres Muñecas” .....	78

### ÍNDICE DE FIGURA Y GRÁFICO

<b>Figura 1.</b> Vista Satelital del sector de K’ayra, San Jerónimo Cusco.....	37
<b>Grafico 1.</b> Análisis de regresión lineal para parámetros de calidad sensorial de los quesos evaluados.....	62

### ÍNDICE DE FOTOS

<b>Foto 1.</b> Limpieza de ubre .....	71
<b>Foto 2.</b> Colección de muestras. ....	71
<b>Foto 3.</b> Rotulado de muestras.....	71
<b>Foto 4.</b> Almacenado de muestras .....	71
<b>Foto 5.</b> Muestras de leche.....	72
<b>Foto 6.</b> Análisis de muestras.....	72
<b>Foto 7.</b> Impresión de resultados .....	72
<b>Foto 8.</b> Lavado del equipo. ....	72
<b>Foto 9.</b> Pasteurización.....	73
<b>Foto10.</b> Coagulación.....	73
<b>Foto11.</b> Primer corte.....	73
<b>Foto 12.</b> Primer desuerado.....	73
<b>Foto 13.</b> Salado .....	74
<b>Foto 14.</b> Moldeo.....	74

<b>Foto 15.</b> Prensado.....	74
<b>Foto 16.</b> Queso fresco .....	74
<b>Foto 17.</b> Muestras de queso .....	75
<b>Foto 18.</b> Evaluacion sensorial.....	75

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Composición de minerales en la leche de vaca .....	22
<b>Tabla 2.</b> Requisitos fisico quimicas de la leche de vaca. ....	31
<b>Tabla 3.</b> Composicion quimica de la leche por especie .....	32
<b>Tabla 4.</b> Propiedades físico-químicas del queso.....	35
<b>Tabla 5.</b> Clasificación de los quesos según porcentaje de humedad.....	36
<b>Tabla 6.</b> Clasificación del queso según su contenido de grasa.....	36
<b>Tabla 7.</b> Calidad físico-química de la leche de la raza Holstein Friesian .....	56
<b>Tabla 8.</b> Calidad físico-química de la leche de la raza Brown Swiss. ....	59
<b>Tabla 9.</b> Calidad físico-química de la leche de vacas de diferentes cruces <sup>1</sup> .....	61
<b>Tabla 10.</b> Calidad de leche para la elaboración de queso .....	63
<b>Tabla 11.</b> Características del proceso de elaboración del queso .....	64
<b>Tabla 12.</b> Características organolepticas del queso.....	69

## GLOSARIO

- **BPM:** Buenas prácticas de manufactura
- **FAO:** Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- **INACAL:** Instituto Nacional de Calidad
- **MINAGRI:** Ministerio de Agricultura y Riego
- **NTP:** Norma Técnica Peruana
- **POES:** Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento
- **ST:** Sólidos Totales
- **UNAD:** Universidad Nacional Abierta y a Distancia

## INTRODUCCIÓN

La alimentación de los animales cumple un papel fundamental y determinante sobre la calidad de la leche y el queso. La composición nutricional de la leche es un aspecto muy importante en los sistemas de producción de lechera, y está determinado por múltiples factores. Estos factores pueden ser agrupados en intrínsecos del animal (especie, raza, nivel de producción, estado de lactación estado fisiológico, salud, etc.) y extrínsecos (ordeño, estación, prácticas de manejo, alimentación, etc.). La alimentación del ganado se considera el factor extrínseco de mayor influencia, no sólo sobre la cantidad de litros de leche producido, sino también en la calidad de la misma (composición química), y en consecuencia sobre las características de los derivados lácteos (Martin y Coulón, 1995).

Los anteriores factores con sus efectos sobre la leche son detectables por los queseros y procesadores pudiendo notar las diferencias sensoriales de la materia prima. Todos estos elementos han promovido investigaciones en el campo de efectos sensoriales para determinar la fuente de variación del producto final y la variedad de estas características, de esta manera relacionarlo con las diferentes condiciones de producción de leche, considerando a su vez el efecto de otros factores como la elaboración de queso, la acidificación de la cuajada o la estación del año en que son fabricados. La producción de leche en el Centro Agronómico K'ayra se ha incrementado considerablemente, siendo destinada principalmente a la elaboración de queso. Actualmente no se cuenta con un control de calidad de leche, así mismo no se cumple con las buenas prácticas de manufactura y un protocolo en la elaboración de queso para la obtención de un producto de calidad.

## **PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Descripción del problema objeto de investigación**

En los últimos años la producción de leche en el Centro Agronómico K'ayra ha incrementado notablemente y la mayor cantidad de la leche es destinada a la producción y elaboración de quesos.

La falta de interés y las pocas investigaciones sobre la calidad de la leche, son un problema que afronta el Centro Agronómico K'ayra. No obstante, es importante considerar que en las últimas décadas se han introducido mejoras en los aspectos genéticos de los vacunos para lo cual se han realizado diversos cruzamientos con diferentes razas lecheras.

Sin embargo, se desconoce la calidad de la leche que se produce en el Centro Agronómico K'ayra, y por consiguiente es importante mejorar la calidad en aspectos relacionados con la composición fisicoquímica para dar cumplimiento a la norma técnica peruana (2004), en cuanto al porcentaje de grasa, sólidos no grasos y sólidos totales. Los anteriores motivos fueron fundamentales para la realización de este trabajo de investigación.

En el Centro Agronómico K'ayra no se realiza el control de calidad de la leche que es destinada a la elaboración de queso, siendo este el primer paso para su producción. Sin estos controles difícilmente se puede obtener un producto homogéneo y de calidad, de la misma forma no se cumple con las buenas prácticas de manufactura en la elaboración de queso. Es posible concluir que este problema requiera una investigación académica que permita delinear horizontes para

implementar prácticas de manejo para mejorar la producción lechera y la elaboración de queso.

## **1.2. Planteamiento del problema**

Según MINAGRI (2018) la producción lechera en el Perú es conformada por 500 000 familias rurales teniendo como resultado una producción lechera de 2 057 000 toneladas, con 893 769 vacas en producción. La producción de leche fresca de vaca en la ciudad del Cusco es de 102 227 toneladas al año. El Centro Agronómico K'ayra es uno de los centros con mayor producción, pero no existe un sistema de control de la producción donde se haga referencia sobre la calidad de leche como la composición fisicoquímica, organoléptica y microbiológica. Por otro lado, el manejo de registros del sistema productivo en los cuales se consignen aspectos como la genética del animal, tipo alimentación, época de año y número de partos, entre otros, todos estos aspectos son determinantes en la calidad de materia prima.

El proceso de elaboración del queso según las buenas prácticas de manufactura tiene un protocolo estandarizado. Sin embargo, en el Centro Agronómico K'ayra no se cumplen dichas recomendaciones.

# CAPÍTULO I

## OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

### 1.1. Objetivo general

- Caracterizar la calidad de leche y el queso producido en el Centro Agronómico K'ayra.

### 1.2. Objetivo específico

- Determinar las características físico-químicas de la leche después del ordeño en el Centro Agronómico K'ayra.
- Caracterizar el proceso de elaboración del queso en el Centro Agronómico K'ayra y comparar con las buenas prácticas de manufactura.
- Determinar las características organolépticas y el rendimiento del queso en el Centro Agronómico K'ayra.

### 1.3. Justificación

La producción lechera en el Perú se ha incrementado considerablemente en estos últimos cinco años MINAGRI, (2018). La leche es un alimento que por años forma parte de la canasta básica familiar para una nutrición adecuada. Hoy en día la calidad de la leche ha cobrado mayor importancia en el productor, ya que los mercados exigen una materia prima con parámetros ya establecidos para su transformación, y la exigencia de calidad de los consumidores ha incrementado notablemente en el mercado local, regional y nacional (Aranguren. *et al.*, 2008).

Por otra parte, el queso es muy importante en la alimentación ya que aporta a la dieta un gran valor nutricional, su consumo es muy recomendable para todos y en especial en las etapas de la vejez y la infancia. Sin embargo, para poder obtener un

producto de buena calidad se tiene que seguir las normas de buenas prácticas de manufactura en la elaboración de queso.

Es por ello el interés de este trabajo, los resultados de este estudio permitirán conocer la calidad de leche que se está produciendo en la granja, además con la caracterización del proceso de elaboración de queso se puede hacer recomendaciones y ver si se está cumpliendo con las buenas prácticas de manufactura en la elaboración de queso ya que nos permitirá obtener un producto uniforme y de buena de calidad.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

##### **2.1.1. Antecedentes de calidad físico química de la leche y el proceso de elaboración del queso.**

En los últimos años se ha realizado investigaciones en calidad de leche y elaboración de queso, uno de ellos fue realizado por Espinosa, (2015). Donde evaluó el rendimiento quesero a partir de leche cruda fluida de tres razas de ganado vacuno lechero. Obteniendo estos resultados: la producción de grasa fue 3,80 %; 3,93 %; 3,67 %; proteína 2,58 %; 2,92 %, 2,84 %; lactosa 4,16 %; 4,20 %; 4,13 % y los sólidos no grasos 7,60 %; 7,64 %; 7,53 %; para las razas Holstein Friesian, Brown Swiss y Vacas Cruzadas respectivamente.

En el proceso de estandarización de queso no se han realizado investigaciones en nuestra región, por ello se tomó como referencia más cercana de la región de Puno donde existen plantas pequeñas, medianas y grandes de queso donde ya se está llegando a la estandarización el proceso de elaboración y del producto. El primer paso para tener un producto de calidad es tener una materia prima de buenas características físico-químicas, organolépticas, higiénicas y microbiológicas, seguida de un proceso estándar de elaboración para tener un producto uniforme para el mercado. En ese sentido Cansaya, (2018) realizó un estudio de proceso de estandarización del queso Tipo Paria pasteurizado en la Cooperativa San Pedro de Huacullani, donde se analizó el rendimiento quesero con y sin buenas prácticas de

manufactura, desarrollando al final un análisis sensorial para determinar la aceptabilidad por el consumidor, evaluando olor, sabor, aroma, textura y color.

## **2.2. Definición de Leche.**

Es el producto de la secreción mamaria de una vaca sana bien alimentada y que no ha sido sometida a ningún proceso (Norma Técnica Peruana, 2004).

Esta definición según la norma corresponde únicamente a la leche de vaca, la leche de otras especies se les denomina leche seguido de la especie animal.

La leche se logra a través de un proceso de ordeño higiénico, sanitario y completo de las hembras en etapa de lactancia que deben ser mantenidas en condiciones de buena alimentación (INACAL, 2016).

## **2.3. Composición química de la leche.**

La leche de vaca producida en Perú es principalmente destinada a la elaboración de derivados lácteos y también un buen porcentaje se comercializa en forma de leche fresca. Por tal motivo, es importante para la industria lechera conocer la composición físico química de la leche fresca obtenida (MINAGRI, 2018).

### **2.3.1. La grasa.**

De la leche es en forma de pequeños glóbulos en forma de micelas emulsionados en una fase acuosa (permanece líquido a temperatura que debería estar sólida), estabilizada por una cubierta de carotenos fosfáticos asociados a proteínas, colesterol y vitamina A. Su densidad es de 0,93 g/ml y esto explica su comportamiento en contacto con el agua. Así forma una perfecta emulsión que solo es posible romper por agitación energética. La grasa de la leche está formada por

numerosos lípidos diferentes de los cuales los triglicéridos constituyen la mayor fracción (Varnan y Sutherland, 1995).

Los factores como la edad, raza y estado nutricional de la vaca influyen en la cantidad de grasa que contiene la leche. Adicionalmente, otros factores como el ambiente, época del año, momento del ordeño, periodo de lactancia y número de partos pueden influir en la calidad como en la cantidad de materia grasa (Barberis et al 2002).

La grasa interviene directamente en la composición nutricional, sabor y en otras propiedades físicas y organolépticas de los subproductos como el queso, yogurt y mantequilla.

### **2.3.2. La lactosa.**

Es el azúcar principal de la leche y su contenido porcentual se encuentra entre 4,75 a 5,5 %. Asimismo, Varnam y Sutherland, (1995) reportaron valores de 4,1 a 5 % de lactosa en la leche.

Químicamente es un disacárido reductor formado por galactosa y glucosa y se origina en las glándulas mamarias, a partir de la glucosa que llega a través del torrente sanguíneo al tejido mamario (Ordoñez, 1998). Este disacárido le otorga a la leche un sabor dulce y su composición porcentual es bastante constante. La lactosa es el único carbohidrato en cantidades significativas en todas las leches y favorece la presencia de bacterias ácido lácticas, utilizadas en varios procesos industriales.

### **2.3.3. Proteína.**

La cantidad de proteína de la leche puede ser afectada por diferentes factores,

dentro de los cuales se encuentran la raza y la calidad de la dieta suministrada que para el caso de animales en pastoreo usualmente depende de la disponibilidad de agua. Según la época del año se observa un nivel de proteína que es más alto en época de lluvia y más bajo en época seca. De manera general, la raza es uno de los factores con mayor efecto en la composición de la leche incluyendo la proteína, ya que según sus características genéticas hay particularidades en los contenidos de grasa, proteína y minerales. Muñoz y Rodríguez (2006) reportan una mayor producción de leche (11,07 kg/d), para la raza Holstein, con un bajo contenido de proteína (3,13 %) comparado con una menor producción de leche (7,8 a 8,3 kg/d) para el caso de animales Jersey y cruces, pero con un mayor contenido de proteína 3,5 a 3,63 % respectivamente.

#### **2.3.4. Las enzimas**

Son sustancias químicas que facultan y aceleran las reacciones químicas sin formar parte del compuesto resultante, por esto son conocidas como catalizadores orgánicos. Según la reacción, las enzimas son específicas y su actividad depende del pH y de la temperatura. Las enzimas lácteas juegan un papel muy importante en la industria lechera ya que algunas de ellas son responsables de la degradación del producto final, pero otras son fundamentales en el procesamiento de derivados lácteos (Revilla, 1971).

La leche de vaca posee más de 60 enzimas diferentes donde su origen es difícil de determinar. Entonces podemos decir que proceden de las células del tejido mamario, el plasma sanguíneo y los leucocitos de la sangre de la vaca (Ordoñez, 1998).

### **2.3.5. Las vitaminas.**

Son sustancias orgánicas que favorecen procesos metabólicos a nivel celular y en los animales benefician el desarrollo y funcionamiento del organismo y la leche es uno de los alimentos que contiene un perfil bastante adecuado de las mismas. Las vitaminas liposolubles (A, D, E y K) se encuentran en su totalidad en la fracción grasa de la leche, mientras que las vitaminas hidrosolubles (complejo B y C) se encuentran en la fracción acuosa y permanecen en la leche descremada (Veisseyre, 1988).

### **2.3.6. Minerales.**

Dentro del contenido nutricional de la leche, podemos hallar sales solubles e insolubles de aniones orgánicos y minerales que provienen de la sangre del animal (Barberis et al 2002).

Dentro de los principales minerales contenidos en la leche encontramos los fosfatos, cloruros, sulfatos, carbonatos y bicarbonatos. El sodio, potasio, calcio y magnesio en cantidades menores (Tabla 1). El contenido total de sales minerales es de 0,7 a 0,8% de la leche en peso húmedo, las sales de la leche pueden encontrarse en solución o en estado coloidal; las sales en estado soluble pueden encontrarse como iones libres y formando parte de complejo iónico o complejo sin ionizar (Del Estéreo, 2009).

**Tabla 1. Composición de minerales en la leche de vaca**

<b>Minerales</b>	<b>mg/100 ml</b>
Potasio	138
Calcio	125
Cloro	103
Fosforo	96
Sodio	62
Azufre	30
Magnesio	8

Fuente: Del Estéreo, (2009)

#### **2.4. Propiedades físicas de la leche**

La estructura física de los componentes de la leche otorga sus propiedades como producto biológico. El principal componente de la leche es el agua, la cual constituye la fase continua en la que se encuentran dispersos los glóbulos de grasa y se encuentran disueltos los demás componentes (Barberis et al 2002).

##### **2.4.1. Densidad**

La densidad de la leche depende principalmente del contenido de proteína y grasa. La densidad de la grasa es menor que la del agua (1 g/ml), y la de los sólidos no grasos es mayor que la del agua (Revilla, 1982). En leche refrigerada con un contenido de grasa del 3,0 % la densidad puede ser de 1,029 g/ml, mientras que si el contenido es de 4,5 % su densidad cambia a 1,0277 g/ml.

El cambio de temperatura en la leche puede alterar la lectura correcta de la densidad. Con el aumento gradual de la temperatura la estructura globular de la leche cambia y la densidad disminuye. La densidad de la leche puede fluctuar entre 1,028 a 1,034 g/ml a una temperatura de 15°C y su variación con la temperatura es 0,0002 g/ml por cada grado de temperatura (Nasanovsky y

Kimmich, 2001).

#### **2.4.2. El pH de la leche.**

Se encuentra entre 6,6 a 6,8. El valor de pH de la leche puede ser afectado por diferentes factores como afecciones de la glándula mamaria, el CO<sub>2</sub> disuelto, el crecimiento de microorganismos fermentadores o de microorganismos alcalinizantes (Nasanovsky y Kimmich, 2001).

#### **2.4.3. La viscosidad.**

De la leche entera, presenta valores entre 1,7 a 2,2 centipoise (cP), mientras que el valor de la leche descremada es de 1,2 cP. El aumento en la temperatura reduce la viscosidad hasta temperaturas cercanas a los 70 °C; por encima de estos valores la viscosidad aumenta (Nasanovsky y Kimmich, 2001).

#### **2.4.4. El punto de congelación.**

De una solución acuosa es afectado por los sólidos disueltos en la misma, al igual que sucede con la leche. Dentro de las sustancias disueltas en la leche, la lactosa es la que más influye. Los sólidos disueltos producen que la leche se congele a menor temperatura que el agua, con un valor medio de - 0,54°C (- 0,50 y - 0,57°C) (Revilla, 1982; Nasanovsky y Kimmich, 2001). Variaciones por debajo de este valor pueden ser utilizadas para evaluar si a la leche se le ha adicionado agua (Alba, 2008).

#### **2.4.5. El punto de ebullición**

Se modifica por la composición de la leche y la presión atmosférica del medio ambiente. El contenido de sólidos, o la adición de sustancias como sales, azúcares o ácidos incrementan el punto de ebullición. Según Revilla (1982) la temperatura de

ebullición es de 100,2 °C a presión normal (760 mm) al nivel del mar. A menor presión se requiere menor temperatura para alcanzar la ebullición. En el caso de la leche producida y procesada entre los 3700 a 3900 msnm el punto de ebullición es de 85°C a 87°C.

#### **2.4.6. El calor específico.**

De la leche fresca soporta diferentes temperaturas sin sufrir modificaciones en su estructura físico química. El calor prolongado por mucho tiempo puede ocasionar la ruptura de las micelas de caseína y cambios en la lactosa. La leche entera y la leche descremada tienen un rango de calor específico entre 0,93 a 0,94 cal/Kg °C, 0,94 a 0,96 cal/Kg °C respectivamente (Nasanovsky y Kimmich, 2001).

#### **2.4.7. La acidez de la leche.**

De acuerdo con Meyer (1987), la media de la acidez de la leche cruda es de 0.165 % y está expresada en la cantidad de ácido láctico que pueda neutralizarse con hidróxido de sodio al 0,1 N, denominándose acidez real. La leche fresca tiene un rango de acidez de 0,15 a 0,16 % y corresponde en 40 % a la naturaleza anfotérica de la caseína, es decir a la capacidad de parte de esta proteína de reaccionar como un ácido o base; otro 40 % a los minerales, CO<sub>2</sub> disuelto y a la acidez orgánica, y el 20 % sobrante a las reacciones de los fosfatos presentes.

Valores de acidez menores al 0,15 % pueden ocasionarse por mastitis, adición de agua o a la adición de algún producto alcalino. Si la acidez es superior al 0,165 % generalmente es causada por la acción de contaminación microbiológica (Nasanovsky y Kimmich, 2001).

## **2.5. Características organolépticas**

### **2.5.1. Aspecto.**

El color blanco de la leche se debe a la reflexión de la luz ocasionada por la caseína, presenta un color blanco aporcelanado cuando tiene porcentajes altos de grasa. Los carotenos presentes en la crema o grasa tienen diferentes grados de color amarillo, lo que le otorgan a la grasa láctea su color característico, variando con la raza y con la alimentación suministrada. Los animales alimentados con forrajes y dependiendo de si estos son frescos, henificado o ensilados confieren tonalidades diferentes a la grasa de la leche. La leche descremada o muy escasa en materia grasa presenta un color blanco con un tenue tono azulado (Nasanovsky y Kimmich, 2001).

### **2.5.2. Olor.**

El olor de la leche ofrecida al consumidor y previamente tratada en una planta láctea es difícil de percibir, a menos que haya obtenido un olor ajeno a ella. Entre los olores ajenos de la leche están los que provienen de algunos alimentos ingeridos por el animal, del ambiente, de los producidos por procesos de acidificación generados por microorganismos (Revilla, 1996), al igual que el aroma de los recipientes donde se almacena la misma (Nasanovsky y kimmich, 2001).

### **2.5.3. El sabor.**

De la leche posee un sabor ligeramente dulce debido a la lactosa y la combinación de todos los compuestos constituyentes en forma directa o indirecta contribuyen en la sensación del sabor percibida por el consumidor (Revilla, 1996).

#### **2.5.4. La textura.**

De la leche cruda tiene una consistencia líquida, pegajosa y ligeramente viscosa, generada por el contenido de azúcares, compuestos salinos y la caseína la leche (Nasanovski y Kimmich, 2001).

#### **2.6. Calidad higiénica de la leche**

Gaviria y Barrientos, (2001) definen que la calidad higiénica de la leche está determinada por la calidad bacteriológica, siendo esta evaluada a través del recuento de bacterias mesófilas aeróbica, donde internacionalmente se acepta que debe ser inferior a 100 000 UFC/ml, aunque por razones técnicas los procesadores requieren recuentos inferiores a 30 000 UFC/ml.

Así mismo la calidad de la leche está determinada por las características físico químicas y bacteriológicas, siendo éstas las que determinen posteriormente la calidad del producto final

Según Martí de Olivares y Molina (1998), una leche de buena calidad debe requerir las siguientes características:

- Porcentaje de sólidos totales, grasa, proteína y minerales dentro del rango de la NTP.
- Carga microbiana (< 50 000 UFC/ml).
- Células somáticas máximo 5 000 000 células/ml.
- Libre de inhibidores (antibióticos, pesticidas, etc.).
- Libre de toxinas y enfermedades causadas por bacterias, hongos.
- Ausencia de cuerpos extraños y de agentes patógenos (brucelosis, tuberculosis, salmonella).

## **2.7. Control de calidad de la leche**

Parra et al (2003) mencionan que se debe poner mayor interés para contribuir al mejoramiento de la calidad de leche, ya que es un alimento importante, universal nutritivo y de consumo diario por el ser humano. Las únicas restricciones para su expendio en el mercado son cumplir con las normas de composición y recuento bacteriológico, así como la ausencia de residuos considerados como tóxicos o nocivos para el consumidor. Es por ello que se debe desarrollar programas para mejorar la composición de la leche y reducir el uso de medicamentos veterinarios para el control de enfermedades, en la elaboración de lácteos es importante realizar un control mensual de características físico químicas y recuento bacteriológico, para obtener un producto final de calidad para el mercado Magariños, (2000).

### **2.7.1. Control organoléptico**

Este control de la leche se realiza con los sentidos como la vista, olfato y gusto. Ésta debe contar con las siguientes características (Magariños, 2000).

- Color: blanco amarillento.
- Sabor: ligeramente dulce.
- Olor: a pasto fresco
- Textura: consistencia líquida, pegajosa y ligeramente viscosa.
- Opacidad: es opaca aun en capas muy delgadas.

### **2.7.2. Control físico químico**

Se realiza mediante el uso de equipos y reactivos:

- **Físico:**

**Densidad:** este parámetro físico es muy importante porque nos permite detectar la leche adulterada o fraguada. Se puede medir mediante un lactodensímetro de 15 °C, 20 °C y 25 °C y debe oscilar entre 1,028 g/ml a 1,034 g/ml.

- **Químico:**

**Acidez:** se realiza para determinar la calidad microbiológica de la leche, siendo esta de 14 °D a 18 °D. Existen diversas técnicas y métodos para analizar la acidez de la leche.

**Determinación de acidez titulable (método DORNIC):** Es un método volumétrico que se basa en neutralizar parte de la cantidad total de la leche con una solución alcalina valorada, usando un indicador. Este método nos indica el estado de deterioro de la leche desde el momento del ordeño hasta su procesamiento.

**Determinación de la acidez cualitativa (prueba de alcohol):** una leche normal es estable al alcohol y al calor, sin embargo, la leche acidificada y con un balance salino incorrecto es inestable al alcohol y al calor. Esta prueba también nos ayuda a determinar si la leche proviene de vacas con mastitis. Si la leche se coagula en presencia de alcohol, significa que no puede ser utilizada para la elaboración de derivados lácteos (Magariños, 2000).

## **2.8. Calidad higiénico-sanitaria de la leche de vaca**

### **2.8.1. Calidad higiénica**

Según MINAGRI (2018) la acidez de la leche es un factor importante que varía principalmente debido a los procesos de degradación que llevan a cabo los microbios que contaminan la leche, desde el momento del ordeño hasta el almacenamiento, sin descuidar la calidad bacteriológica del agua del lavado. La

alimentación también puede alterar la acidez de la leche en algunos casos debido a los fenómenos de:

- Acidosis ruminal en caso de haber consumido un importante volumen de granos o silos de maíz sin acostumbramiento previo de la flora ruminal.
- Los valores normales de acidez de la leche oscilan entre 14 a 17 grados Dornic y para su determinación empleamos la prueba de alcohol.

### **2.8.2 Carga bacteriana**

El MINAGRI (2018) menciona que no sólo es importante el número de bacterias totales sino también el tipo de microorganismos presentes, por ejemplo, bacterias coliformes que pueden crecer a temperaturas de 4 °C a 7 °C, resistiendo a la pasteurización y reduciendo la vida útil de la leche pasteurizada y alterando la calidad de los productos de fermentación (quesos, yogurt y leche cultivada).

El enfriado de la leche ayuda a mantener la calidad higiénica con que fue ordeñada la leche, pero no la mejora. Las fuentes de contaminación en líneas generales son:

- Microorganismos provenientes del interior de la glándula mamaria, fuente que puede ser importante en hatos con alta incidencia de cuartos con mastitis principalmente clínica.
- Microorganismos provenientes del exterior del animal, que constituyen por lo general la principal fuente de contaminación de la leche

### **2.8.3. Inhibidores y antibióticos**

Se entiende por inhibidor a toda sustancia ajena al proceso de secreción de la leche que frena el desarrollo bacteriano, produciendo perjuicios en la industria al no

permitir el normal desarrollo de los fermentos. Los inhibidores más comunes son: cloro, agua oxigenada e yodó foros (MINAGRI, 2018).

Para evitar la presencia involuntaria de éstos en la leche, es importante eliminar completamente desinfectantes y detergentes utilizados en el lavado y desinfección del equipo de ordeño y de tanques de almacenamiento y de tarros lecheros (MINAGRI, 2018).

La presencia de antibióticos no sólo se debe a tratamientos intra mamarios, sino también a tratamientos por vía oral o inyectable que se apliquen a la vaca lactando. Debido al perjuicio que estos presentan para la industria y para la misma salud humana, ya que algunos de ellos no son destruidos en el proceso de pasteurización, es imprescindible el descarte de la leche de animales tratados por el período que indique el producto o por indicación veterinaria (MINAGRI, 2018).

#### **2.8.4 Calidad sanitaria**

Para lograr una buena calidad sanitaria es imprescindible el adecuado control de la mastitis subclínica, así como mantener el hato libre de brucelosis, tuberculosis, y participar de los planes de control de fiebre aftosa, que junto con la leucosis bovina se transforman en barreras no arancelarias que dificultan la colocación de productos lácteos en el mercado internacional. El conteo de células somáticas es el método más utilizado para el diagnóstico de mastitis subclínica. Se recomienda llevar a cabo como mínimo una vez al mes. Es importante realizar un seguimiento de los valores de células somáticas y no basarse en análisis puntuales, ya que factores ambientales, nutricionales y de manejo, pueden hacer variar los resultados de estos análisis (MINAGRI, 2018).

## 2.9. Parámetros de calidad de la leche según la norma técnica peruana.

Dentro de los diferentes parámetros que deben considerarse para poder estandarizar las leches producidas en diferentes hatos, encontramos los mencionados en la Tabla 2, en los cuales se tienen en cuenta las características físico – químicas y los requisitos microbiológicos de la norma técnica peruana.

**Tabla 2. Requisitos físicos y químicos de la leche de vaca según la Norma Técnica Peruana (NTP 2002 0001 2003)**

Características físico – químicas	Unidad	Parámetros	
		Mínimo	Máximo
Materia Grasa	g/100g	3,2	-
Sólidos no grasos	g/100g	8,2	-
Sólidos totales	g/100g	11,4	-
Acidez, expresada en g de ácido láctico	g/100g	0,14	0,18
Densidad a 15° C	g/ml	1,029	1,034
Índice de refracción del suero 20 ° C		1,34179	-
Ceniza total	g/100g	-	0,7
Alcalinidad de la ceniza total ml HCL 0.1 N.	g/100g	-	1,7
Índice crioscópico.	°C	-	-0,540
Sustancias conservadoras y cualquier otra extraña.	-	Ausencia	-
Prueba de alcohol	74%	No coagulable	-
Tratamiento que disminuye o modifique sus componentes.	-	Ninguno	-
Prueba de la reductasa con azul de metileno.	-	4 h	-
<b>Requisitos microbiológicos</b>			
Conteo de células somáticas.	ml	-	500 000
Numeración de microorganismos mesófilas, aerobios y facultativos viables	ml	-	1 000 000 UFC
Numeración de coliformes	ml	-	1 000 UFC

**HCl:** cloruro de hidrógeno.

**V/V:** volumen a volumen.

**UFC:** unidades formadoras de colonias.

## 2.10. Factores que influyen en la producción y composición de la leche

### Factores genéticos.

Según la especie o raza del mamífero del que provenga, la leche tendrá una composición diferente. El contenido de agua alcanza a variar entre el 66 % y el 92 %, la grasa entre el 1 % y 19 %, la lactosa entre el 0,1 % y el 10 %, los minerales entre el 0,1 % y 2,0 %. Las especies criadas para la producción de leche destinada al consumo son los rumiantes (vaca, cebú, oveja, cabra y búfalo). La Tabla 3 muestra una comparación de la estructura de la leche según la especie. Se evidencia que la leche de búfala y cabra, tienen el mayor contenido de grasa y la de oveja y búfala tiene mayor contenido de caseína, mientras que la leche de yegua y asna son de mayor contenido de azúcares (UNAD, 2012).

**Tabla 3. Composición química de la leche por especie.**

<b>Especie</b>	<b>Grasa (%)</b>	<b>Proteína (%)</b>	<b>Sólidos Totales (%)</b>
Humana	3,75	1,63	12,57
Vacuna	3,70	3,50	12,80
Búfalo de Agua	7,45	3,78	16,77
Cebú	4,97	3,18	13,45
Caprina	4,25	3,52	13,00
Ovina	7,90	5,23	19,29
Asnal	1,10	1,60	9,60
Caballar	1,70	2,10	10,50
Camélida	4,10	3,40	12,80
Reno	12,46	10,30	36,70

Fuente: Miralles de la Torre, (2003).

### 2.10.1. Factores fisiológicos.

Aspectos como el período de lactancia, número de partos y el número de lactaciones afectan la composición de la leche, en especial los contenidos de grasa, proteína,

lactosa, sólidos no grasos, calcio, sodio y potasio. Al inicio de la lactancia se presenta la producción calostro contando con propiedades y una funcionalidad muy diferente a la de la leche normal. Así mismo tiene una composición química y una cantidad de sólidos muy distinta (UNAD, 2012).

### **2.10.2. Efectos patológicos.**

Las patologías generan reducción en la producción de leche, ya que el animal debe disponer de energía para activar su sistema inmunológico. La mastitis es una de las patologías más frecuentes, afecta el rendimiento lechero y las propiedades de la leche generando grandes pérdidas en la industria lechera (UNAD, 2012).

### **2.10.3. Factores ambientales y de manejo.**

Aspectos externos como la dieta suministrada, la técnica de ordeño y el clima entre otros, afectan el rendimiento lechero y en algunos casos puede modificar la composición de la leche. A través de la dieta se puede modificar el contenido y perfil de ácidos grasos de la grasa láctea. Dietas con bajo contenido en proteínas disminuyen contenido proteico, pero una dieta con exceso proteico aumenta el porcentaje de nitrógeno no proteico, lo cual tampoco es deseable (UNAD, 2012).

La leche se puede contaminar por sustancias ajenas al animal y a su composición natural y muchas veces debido al manejo de subsistemas pertenecientes al sistema productivo como los pesticidas utilizados en cultivos anexos, los antibióticos utilizados por aspectos sanitarios, y otras sustancias contaminantes que pueden ocasionar problemas en la industria y en la salud del consumidor en su consumo directo o como producto lácteo (UNAD, 2012).

### **2.11. El queso**

Tiene similares propiedades nutricionales al igual que la leche, pero con mayor concentración grasa y proteína. Es una fuente proteica que aporta calcio y fósforo, además es fuente de vitaminas A, D y del grupo B (Gonzales, 2002).

Según Gonzales (2002) el queso es definido como un producto fermentado o no fermentado, de la leche de vaca, constituido esencialmente por la caseína, con menor contenido de humedad que la leche, conteniendo casi toda la grasa láctea, donde parte de la lactosa se fermenta a ácido láctico y puede contener una parte variable de minerales.

El término de “queso fresco” se define como un queso que no se madura después de su elaboración y se consume en estado fresco. En el Perú el consumidor prefiere el queso fresco al madurado. Comparado con este último, el queso fresco tiene un menor costo y tiene usos variados en la cultura alimenticia (Álvarez, 2011).

El queso fresco tiene un alto contenido de agua (45 % a 80 %), consistencia pastosa y color blanquecino. Sus características le confieren un tiempo de vida útil corto en anaquel, debiendo ser consumido en pocos días. La conservación se debe hacer a temperaturas de 4 °C a 10 °C (Villegas, 2009).

### **2.12. Características físico-químicas del queso**

Cada tipo de queso tiene sus especificaciones en composición, propiedades físico-químicas y forma de elaboración (Tabla 4), lo cual origina una variabilidad sensorial entre ellos. Aún dentro del mismo tipo de queso se pueden presentar diferencias entre plantas productoras, y dentro de la misma planta, entre lotes de fabricación. Las causas de la variabilidad en las propiedades se pueden explicar a

modificaciones en aspectos como son la composición de la leche, el procesamiento de la cuajada en relación al proceso utilizado para la coagulación y el posterior desuerado, y a las etapas de almacenamiento, así como del personal calificado para realizar el procesamiento de elaboración.

### 2.13. Clasificación del queso

Los quesos pueden ser clasificados según su porcentaje de humedad (Tabla 5) o su contenido graso (Tabla 6). Así mismo, el código alimentario del Perú puede clasificarlos según el proceso de transformación. El queso en fresco se catalogaría como aquel listo para consumir tras el proceso de elaboración, y se denomina como *blanco pasteurizado* al queso fresco sometido a pasterización y comercializado sin oreo.

**Tabla 4. Propiedades físico-químicas del queso**

<b>Propiedad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Medida</b>
pH		5.4
Humedad	%	45
Rendimiento	%	11
Grasas	%	20.5
Sólidos totales	%	46.6
Cenizas	%	3.5
Temperatura de congelación	°C	-0.55
Tensión superficial		50

Fuente: Gonzales, (2002)

Los quesos con un proceso adicional luego de la elaboración se denominan de *afinado, madurado o fermentado* y requieren un almacenamiento específico a una temperatura y condiciones propias dependiendo del queso elaborado, para permitir la generación de cambios físico-químicos en el cumplimiento de la Norma Técnica Peruana (2004).

**Tabla 5. Clasificación de los quesos según porcentaje de humedad**

<b>Clases</b>	<b>Humedad (%)</b>
Frescos y/o muy blandos.	55 a más
Blandos	46 a 55
Semiduros	36 a 46
Duros.	Menores a 36

Fuente: NTP, (2004).

**Tabla 6. Clasificación del queso según su contenido de grasa**

<b>Contenido de Grasa</b>	<b>Materia grasa en extracto seco %</b>
Extra Graso	$\geq 60$
Graso	$45 \leq a < 60$
Semi Graso	$25 \leq a < 45$
Semidescremado	$10 \leq a < 25$
Descremado	$< 10$

Fuente: NTP, (2004).

## **2.14. Proceso de elaboración del queso**

### **2.14.1. Recepción de la leche.**

El proceso debe ser iniciado a partir de una leche de buena calidad higiénica, lo cual asume que debe tener un bajo contenido de bacterias patógenas. Adicionalmente la leche debe filtrarse para eliminar cuerpos extraños. Una vez se garantiza lo anterior, la leche se pesa para ver la cantidad de materia prima que entrará a proceso de elaboración (FAO, 2011).

### **2.14.2. Análisis.**

Deben realizarse la prueba de acidez, antibióticos, calidad físico-química (grasa, proteína, sólidos totales) y análisis organoléptico (sabor, olor, color) (FAO, 2011).

#### **2.14.4. El filtrado.**

Es un proceso que permite la eliminación de impurezas detectables a simple vista (paja, piedras, pelos, etc.). Se usa telas preferentemente color blanco o puede realizarse con un equipo de filtración (Cáritas, 2003).

#### **2.14.5. La pasteurización.**

Es un procedimiento que puede ser realizado bajo diferentes protocolos: a una temperatura de 82 °C por 5 minutos (agitación constante), a 30 minutos a 60 °C a 65 °C (pasteurización lenta), o durante 15 segundos a 75 °C si se cuenta con un intercambiador de calor (pasteurización rápida). Es un proceso importante al momento de elaborar queso Tipo Paria, no solo por el control de microorganismos, sino porque además desnaturaliza algunas enzimas que pueden contribuir al deterioro del producto final (Cáritas, 2003).

#### **2.14.6. El enfriamiento**

Se realiza inmediatamente después de la pasteurización generando un shock térmico que favorece la inactivación de los microorganismos. La temperatura se disminuye hasta 38 °C y se adiciona cloruro de calcio para favorecer la generación de un producto consistente, ya que parte del calcio en el proceso de calentamiento puede quedar adherido a los recipientes (Cáritas, 2003).

#### **2.14.7. Incorporación del cuajo**

El cuajo debe ser disuelto en agua de 30 °C a 35 °C antes de adicionarlo a la leche, es importante agitar constantemente para distribuir el cuajo en toda la leche (Cáritas, 2003).

#### **2.14.8. La coagulación.**

Se origina por la desestabilización de la solución coloidal de caseína, generando la aglomeración de las micelas libres y la formación de un gel que contendría los demás componentes de la leche, quedando libres en el suero algunas proteínas como la lacto albúmina y la lacto globulina y algunos minerales. La cuajada se forma aproximadamente a los 30 minutos luego de adicionar el cuajo, para comprobar si se ha formado el cuajo de manera adecuada se presiona con el dedo a la cuajada cerca de la pared del recipiente y se observa si esta se desprende del mismo ya está lista para empezar con el primer corte (Cáritas, 2003).

#### **2.14.9. El corte.**

Es el fraccionamiento del coágulo de caseína por medio de liras horizontales y verticales, con el propósito de liberar el suero y obtener los granos de cuajada, de cuyo tamaño va a depender el contenido de humedad final en el queso. Para quesos frescos estos granos deben ser de 1 cm de diámetro aproximadamente. Para el queso Paria los granos deben ser del tamaño de un grano menor a 1 cm y para un queso duro como el parmesano los granos deben ser menores de 0.5 cm. Para el corte de la cuajada se deben hacer cortes en sentido horizontal y vertical para finalmente obtener cubitos. Para evitar dañar la cuajada, entre corte y corte debe dejarse reposar la cuajada al menos por cinco minutos (Cáritas, 2003).

#### **2.14.10. Primer batido**

La finalidad de este proceso es dar consistencia al grano de cuajada y se realiza de forma suave inicialmente, aplicando mayor fuerza a medida que se lleva a cabo el proceso. De esta manera el grano pierde suero, disminuye de volumen y se torna

más consistente. Para el caso del queso Paria el tiempo del primer batido es aproximadamente de 10 minutos, pero puede variar de acuerdo al tipo de queso. La acidez y la alta temperatura provocan la contracción del grano y la salida del suero (Cáritas, 2003).

#### **2.14.11. Primer Desuerado.**

Al finalizar el primer batido se elimina el suero, que equivale a una tercera parte del volumen inicial, el suero obtenido es rico en proteínas y puede ser utilizado para elaborar queso Ricotta o en la formulación de alimento para animales monogástricos y pre rumiantes (Cáritas, 2003).

#### **2.14.12. Segundo batido.**

Tiene como finalidad proporcionar textura a los granos de cuajada. En la elaboración del queso Tipo Paria el batido se realiza por 10 minutos, realizando de manera adicional un lavado con agua caliente (60 °C a 70 °C) de los granos de cuajada para posteriormente retirar el suero (lactosa y ácido láctico) y detener la acidificación de la cuajada. En el caso de permitir la acidificación se generarán grietas en el interior del queso durante la maduración, la cantidad de agua adicionada será el mismo volumen del suero retirado en el primer desuerado, si no se elimina mediante el lavado la lactosa remanente en el producto se producirá el deterioro del queso más rápido, el agua caliente se debe adicionar gradualmente para evitar obtener un queso corchoso. El incremento de temperatura debe ser gradual para no tener problemas de textura (Cáritas, 2003).

#### **2.14.13. El salado.**

Se realiza para el control del crecimiento de microorganismos y prologar la vida útil del queso, se puede añadir directamente a la mezcla o disolverla y pasteurizarla previamente a su adición para evitar cualquier tipo de contaminación. La cantidad de sal a agregar está entre 2,5 a 3,0 %, disolviéndola en tres veces su peso. Se debe recordar que se debe realizar un salado posterior a la terminación del queso. La sal o su solución debe adicionarse de forma lenta para distribuirla homogéneamente en la mezcla (Cáritas, 2003).

#### **2.14.14. Moldeado de la cuajada.**

El moldeado consiste en la colocación de la cuajada o sus granos dentro de un molde que usualmente está cubierto con una tela o lienzo y debe permitir la salida del suero. El moldeado se realiza cuando la mezcla está aún tibia y debe hacerse con rapidez para lograrla unión adecuada de los granos y evitar la producción de huecos o grietas en el queso (Cáritas, 2003).

#### **2.14.15. Prensado de los moldes.**

El proceso de prensado se debe realizar de manera gradual incrementando la intensidad lo cual permite que el suero siga saliendo. Un prensado demasiado fuerte desde el inicio producirá una capa exterior reseca y un interior muy húmedo que genera un deterioro más rápido del producto (Cáritas, 2003).

Los moldes deben colocarse nivelados para lograr un prensado uniforme, lo cual es muy importante en la prensa para varios moldes para lograr distribuir la fuerza para todos los moldes de manera semejante, el prensado también puede realizarse con un disco de madera presionado con un bloque de concreto (Cáritas, 2003).

#### **2.14.16. Desmolde.**

Una vez cumplido el proceso de prensado se procede al desmolde el cual debe hacerse cuidadosamente para no dañar la forma, adicionalmente se cortan los bordes y demás sobrantes para mejorar la apariencia (Cáritas, 2003).

#### **2.14.17. La maduración.**

Mejora el proceso de acabado del producto a través de la transformación de la proteína y la lactosa por la adición cultivo láctico generando aromas, sabores y cambios en el color. Hay dos tipos de maduración, la externa que se dirige de afuera hacia adentro formando la corteza, y la maduración interna que transforma la lactosa en ácido láctico. El queso desmoldado se lleva a un recinto a una temperatura de 13°C y una humedad relativa de 80 a 85 %. Para llevar a cabo este proceso se puede acondicionar una pequeña habitación, sin entradas, limpia, libre de roedores y otros vectores y con el piso húmedo (Cáritas, 2003).

### **2.15. Características organolépticas del queso**

#### **2.15.1. La apariencia**

Es el conjunto de características que se aprecian a simple vista. Considera aspectos externos como la forma, la corteza, y algunos internos como la cobertura y el color (Chamorro y Losada, 2002).

#### **2.15.2. La consistencia / textura**

Es la propiedad de los alimentos percibida por los sentidos del tacto, la vista y el oído. Las consideraciones respecto a la textura del queso (Condori, 2010).

- **Firmeza:** Resistencia a la deformación cuando el producto es masticado. Para realizar la prueba de esta propiedad el masticado debe hacerse sin llegar a la ruptura de la porción ingerida
- **Elasticidad:** Se evalúa midiendo la velocidad de recuperación de la forma luego de someter el producto a una alteración en su forma inicial
- **Adherencia:** Es evaluada a través del trabajo necesario para separar el queso del paladar y dientes con la lengua. Los quesos con alto contenido de humedad suelen ser más adherentes
- **Cohesividad:** Mide el grado de deformación de un alimento previo a su rompimiento. Si el trozo o porción evaluada se rompe sin deformarse se dice que es frágil.
- **Friabilidad:** Es la capacidad de producir trozos pequeños desde el principio de la masticación. Un producto friable suele tener cierta consistencia y blandura, y se logra ver con el aumento gradual de la humedad del queso, en la mayoría de tipos de elaboración de queso a medida que aumenta la maduración va perdiendo humedad y aumenta la dureza, son menos elásticos y más friables.
- **Solubilidad:** Capacidad de derretir o fundir la porción a evaluar con la saliva.
- **Humedad:** Apreciación de la sequedad o humedad que se tenga de la porción de queso en la boca.

Para la evaluación de los anteriores descriptores pueden se pueden utilizar metodología con valoración cuantitativa o cualitativa.

### **2.15.3. Olor**

También denominado aroma, es la cualidad organoléptica percibida por el olfato y su interacción con ciertas sustancias volátiles. Tanto el olor como el aroma son percibidos al mismo tiempo, pero cada una de las sensaciones tiene un recorrido diferente hacia los receptores olfatorios (Condori, 2010).

### **2.15.4. El sabor y *flavor*.**

Es la sensación captada en la lengua durante la masticación (Gonzales, 2010). Hernández, (2005) define al *Flavor* como: “la combinación del sabor y el olor, puede estar influenciada por las sensaciones de olor, calor, frío y sensaciones táctiles”.

### **2.16. Evaluación Sensorial**

Hace referencia a la caracterización y análisis de aprobación o rechazo de un alimento por parte del experto o catador o por el consumidor, según su experiencia con el producto iniciando con la impresión visual hasta después de consumir el producto. Se debe considerar que estas percepciones dependen del individuo, del espacio y del tiempo en los cuales se realice la evaluación. Para obtener los resultados e interpretaciones, la evaluación sensorial se apoya en otras disciplinas como la química, las matemáticas, la psicología y la fisiología entre otras (Hernández, 2005).

### **2.17. Técnicas de las Buenas Prácticas de Manufactura**

Son normas y prácticas de higiene en la elaboración, envasado y almacenamiento de alimentos para el consumo humano, con el objetivo de garantizar la seguridad y calidad higiénica del producto. Es una herramienta indispensable para la fabricación

de productos seguros y de calidad para el mercado, esto desde la obtención de la materia prima hasta el producto final (Uría y Díaz, 2009).

#### **2.17.1. Materia Prima**

La leche contaminada con residuos de antibióticos o en malas condiciones microbiológicas debe ser retirada de cualquier proceso que conlleve al consumo humano. Esta debe ser almacenada en condiciones higiénicas de manera adecuada para asegurar la calidad del producto, contemplando aspectos como la temperatura de ambiente, la humedad, la iluminación y la ventilación. El lugar de recepción de leche tiene que estar separado del producto final, para evitar la contaminación de olores. El proceso de transporte de los productos debe realizarse considerando los mismos aspectos mencionados anteriormente (Díaz y Uría, 2009).

#### **2.17.3. Establecimientos**

Estos lugares deben estar diseñados según la línea de producción (queso, yogurt, manjar, etc.), con todos los cuidados para llevar un producto de calidad e higiénico al mercado (Díaz y Uría, 2009).

#### **2.17.4. Estructura**

El establecimiento para la producción de lácteos debe estar ubicado en zonas sin humedad excesiva y sin la presencia de olores, humo, polvo, gases, luz y radiación que lograsen afectar la cualidad y la calidad del producto o de la leche procesada en la planta. Los caminos de circulación interna de camiones, transportes internos y contenedores deben contar con superficie pavimentada y buena señalización. El espacio debe ser amplio y los empleados deben poder reconocer fácilmente el procedimiento en cada sección, para evitar la contaminación cruzada. El diseño

debe facilitar las operaciones de limpieza y desinfección. El agua utilizada debe ser potable y con disponibilidad constante, contando con sitios de provisión y desagüe adecuado. Los equipos y utensilios para la manipulación de la materia prima y los productos deben ser de un material fácil de limpiar, higienizar y que no emitan sustancias tóxicas, olores ni sabores al producto final, en lo posible se debe evitar utilizar madera o materiales que se corroan con facilidad. Las superficies de trabajo deben ser homogéneas y lisas para evitar la acumulación de residuos (Díaz y Uría, 2009).

#### **2.17.5. La higiene**

Se debe mantener en todos los utensilios y en los lugares de conservación y de funcionamiento de la planta. En la limpieza y la desinfección se deben usar productos sin fragancias ni olores para evitar contaminación además de enmascarar otros olores. Para organizar las tareas de limpieza y desinfección es recomendable aplicar los POES (Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento) en los cuales se menciona qué, cuándo, cómo y dónde limpiar y desinfectar, al igual que los registros y avisos o información que debe tenerse presente dentro de la planta. Las sustancias tóxicas como solventes, insecticidas y plaguicidas entre otras, deben estar marcadas con una etiqueta visible y almacenarse en áreas exclusivas (Díaz y Uría, 2009).

#### **2.17.6. El personal**

Las personas que lleven a cabo cualquier procedimiento en la planta deben recibir una capacitación previa de manipulación adecuada de alimentos, donde se incluye la importancia del buen estado de salud del personal y los controles médicos

periódicos. Dentro de las normas fundamentales está lavado de manos de forma frecuente y minuciosa, con un producto de limpieza adecuado. Este debe hacerse antes de iniciar el trabajo, posterior al uso de los servicios sanitarios. Todo el personal de la planta debe mantener la higiene personal, utilizar la vestimenta conveniente, calzado adecuado y cubrir la cabeza. En algunos casos puede sugerirse el uso de cubre bocas. Todas estas herramientas tienen que ser lavables o descartables. Está prohibido el uso de joyas como anillos, colgantes, relojes y pulseras durante el proceso de manipulación de materias primas y elaboración del producto (Díaz y Uría, 2009).

#### **2.17.7. La documentación**

En una planta de productos lácteos los registros son importantes e indispensables, ya que de esa manera podemos monitorear los procedimientos y también detectar las debilidades y tomar medidas para el control de los mismos. El sistema de documentación debe facilitar la identificación de los lotes de producción, permitiendo hacer la trazabilidad del producto si es posible desde la granja hasta la generación del producto terminado lo cual incluye el transporte y la distribución (Díaz y Uría, 2009).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOLOGIA

#### 3.1. Lugar de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó durante los meses de junio a octubre en el año 2019 en el Laboratorio de Tecnología de Leches y la Planta Quesera del Centro Agronómico K'ayra de la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.



Figura 1. Vista Satelital del sector de K'ayra, San Jerónimo Cusco

##### 3.1.1. Ubicación política

- Región : Cusco
- Departamento: Cusco
- Provincia : Cusco
- Distrito : San Jerónimo

### **3.1.2. Ubicación geográfica**

- Altitud : 3 219 msnm.
- UTM Longitud Oeste: -71, 8746
- UTM Latitud Sur : -13, 558

### **3.1.3. Ubicación hidrográfica**

- Cuenca : Río Vilcanota
- Sub Cuenca : Río Huatanay
- Micro Cuenca : Río Huanacauri

## **3.2. Materiales y equipos**

### **3.2.1. Material Biológico**

- 36 vacas en producción: 20 Holstein Friesian, 2 Brown Swiss y 14 vacas cruzadas, de 3 a 6 años de edad aproximada.
- Muestras de 15 ml de leche fresca /por vaca/ordeño
- Quesos frescos de 1 kg en promedio

### **3.2.2. Materiales para la colección de muestra**

- 100 envases de plástico de 15 ml
- Papel toalla
- Plumones indelebles
- Cooler (para mantener la temperatura de la muestra)

### **3.2.3. Materiales y equipos de laboratorio**

- Lactoscan S MILK ANALYZER LCD (equipo analizador de leche con impresora y pH metro) MILKOTRONIC LTD.

- Termómetro de alimento de - 10 a 120 °C
- Guantes de látex
- Mandil
- 1 caja de barbijos
- 1 caja de gorros de tela
- 1 Hervidora eléctrica
- Agua destilada
- Papel toalla

#### **3.2.4. Materiales y equipos de la planta de quesos**

- Cuchillo
- Moldes de acero
- Porongos de acero
- Cernidor
- Lira horizontal
- Prensa de acero inoxidable
- Pala de acero
- Cuajo Hansen “*Tres Muñecas*” de 100 sobres para 75 L cada uno.
- Sal yodada de 1k
- Tela quesera

#### **3.2.5. Insumos y reactivos**

- Desinfectantes ácido alcalinos
- Alcohol a 96°
- 2 l de agua destilada

#### **3.2.6. Materiales de escritorio**

- Papel A4
- Cuadernillos
- Lapiceros.
- Plumones
- Laptop
- Impresora

### **3.3. Metodología de estudio**

#### **3.3.1. De los animales**

En el momento de la investigación se contó con 36 vacas en producción: 20 de raza Holstein Friesian, 2 de raza Brown Swiss y 14 vacas Cruzadas, donde se encontraban al inicio de la lactación y otras finalizando esta etapa fisiológica, estos animales en promedio tenían de 3 a 6 años de edad.

#### **3.3.2. De la alimentación**

Los animales tuvieron una alimentación basada en concentrado (Tomasino para vacas en producción: 2 sacos de 40 kg), ensilado de maíz y el consumo de agua *ad-libitum*. Durante el pastoreo las vacas tenían disponibilidad *ab libitum* de pastos cultivados como trébol rojo y blanco rye grass inglés e italiano, alfalfa y pastos naturales como grama, totorilla desde las 10:00 am hasta las 3:00 pm aproximadamente.

#### **3.3.3. De la recolección de las muestras para determinar calidad de leche**

Se recolectó 15 ml de leche por vaca diariamente en el ordeño de la mañana (7 a 10 am) y en la tarde (3 a 5 pm) durante 30 días.

- Las muestras fueron tomadas del porongo a razón de 15 ml de leche por cada vaca en ambos ordeños (mañana y tarde).
- Las muestras de leche se almacenaron en un envase estéril debidamente rotulado con el número de arete y raza de todos los animales en producción.
- Las muestras de leche fueron reservadas en un cooler para su análisis

posterior en laboratorio

- La unidad de observación estuvo constituida por 15 ml de leche recolectada por animal durante 30 días en el ordeño de la mañana y tarde.

#### **3.3.4. Evaluación de las características físico - químicas de la leche**

Las muestras de leche fueron analizadas por ultrasonido con el equipo LACTOSCAN S, donde se adicionaron 5 ml de la muestra en el recipiente del respectivo del equipo. Cada muestra se medía en un tiempo de 50 a 60 segundos, por tres veces, posteriormente se procedía a imprimir los resultados.

Las características fisicoquímicas evaluadas fueron:

- Grasa.
- Sólidos no grasos.
- Sólidos totales.
- Lactosa.
- Minerales.
- Proteína.
- Densidad.
- pH.
- Punto de Congelación.

##### **3.3.4.1 Lavado del equipo**

Se realizó terminando todo el proceso de análisis de los parámetros de calidad de leche, para ello se empleó insumos de limpieza alcalinos y ácidos (Lactodaily y Lactoweekly) y agua a temperatura de 40° C a 50 °C, que ayuda a sacar los restos de grasa y otros componentes del equipo. La limpieza es importante para no tener variabilidad en la siguiente muestra.

##### **3.3.5. Caracterización del proceso de la elaboración del queso**

La caracterización del proceso de elaboración de quesos se realizó durante 28 días, para ello se contó con la ayuda del personal encargado de elaboración

de queso. El proceso de elaboración empezaba a las 9 y 30 de la mañana y concluía de acuerdo a la cantidad de litros de leche que ingresaba a la planta de lácteos.

Para empezar el proceso se pesó diariamente la leche y se registró la cantidad de litros de leche que ingresaba a la planta para determinar el rendimiento quesero. Así mismo se realizó el control de calidad de la materia prima utilizada para verificar si esta cumple con los parámetros exigidos por la Norma Técnica Peruana (2004). Por otro lado, se registró los diferentes procesos de la elaboración de queso del Centro Agronómico K'ayra para compararlos con los procesos de elaboración de quesos según las buenas prácticas de manufactura detallados a continuación:

- **Filtrado**

El filtrado se realizó después del ordeño de cada vaca. Esta operación se realiza a través de una tela doble amarrada a un recipiente donde se deposita la leche para que todas las impurezas y residuos productos del ordeño queden atrapadas. Se hace con la finalidad de sacar impurezas ya que estas afectan la calidad del producto final como son los derivados lácteos.

- **Tratamiento térmico**

Se realizó en porongos de acero de 30 litros de capacidad siendo sometidas a calor en una cocina de gas a fuego lento, medio y rápido. En este proceso se mide la temperatura de la leche, registrándose temperaturas de 65 °C a 68 °C en 24 minutos.

- **Adición del cuajo**

Se enfrió la leche de 37 °C a 40 °C de temperatura en una marmita con capacidad

de 120 litros. Mientras se realizaba esta manipulación se preparaba el cuajo de acuerdo a la cantidad de leche que ingresaba a la planta. Cada sobre de cuajo HANSEN “*Tres Muñecas*”, este se mezclaba con 10 ml de agua hervida fría y una cucharada de sal (anexo 11). Se adiciona el cuajo a la leche y posteriormente se remueve bien para obtener una cuajada homogénea. En esta etapa se procede a registrar la temperatura de enfriamiento de la leche, el pH y el tiempo de coagulación.

- **Corte**

Una vez pasado el tiempo de coagulación; se realizó el corte donde se registró el tiempo que dura el corte y el pH de la cuajada, para lo cual se utilizó una lira horizontal y vertical cortando la cuajada en granos del mismo tamaño para acelerar la salida del suero.

- **Desuerado**

Se realizó con un colador para no desperdiciar los granos de queso. Se retiró el 50 % del suero dulce para lo cual se utilizó un balde de 20 litros. Se registró la cantidad de suero dulce y el pH.

- **Salado**

Se preparó la salmuera hirviendo 5 litros de agua añadiendo 3 % de sal yodada, luego se vertió el agua salada a la cuajada en la marmita y se realizó el batido inmediatamente para tener un salado uniforme. En esta etapa se registró la temperatura de los granos de queso, tiempo del salado y el pH.

- **Moldeado**

En esta etapa se dio la forma y tamaño a los gránulos de la cuajada en un molde de acero inoxidable con orificios en las paredes para facilitar la salida

del suero. Se colocó la tela quesera en el molde, luego se puso los gránulos de cuajada en el interior del molde.

- **Prensado**

Este proceso constó de dos volteos del molde de queso, el tiempo de prensado fue muy variable ya que dependía de la cantidad de moldes que entran a la prensa y del personal que realiza el queso. Se registró el tiempo del primer volteo, segundo volteo y finalmente el sellado de los moldes de queso.

- **Rendimiento**

Para la determinación de rendimiento se tomaron datos de cantidad de leche y la cantidad de producción de queso en kilogramos por 28 días. El rendimiento se determinó mediante el método conocido como rendimiento "litros por kg" con la siguiente fórmula (Ochoa y Josafat, 2013). (Anexo 11).

$$\text{Rendimiento (kg)} = \frac{\text{Queso (kg)} \times 100 \%}{\text{Leche (l)}}$$

### **3.3.6. Evaluación de las características organolépticas del queso**

Las características sensoriales (color, olor, textura y sabor) se evaluaron usando una escala lineal no estructurada de 10 cm de longitud (Norma UNE-EN-ISO 4121:2006) (Anexo 10). Se realizó con catadores sin experiencia, para ello se cortó el molde de queso en pequeñas porciones para cada uno de los evaluadores, brindándoles también una hoja para que puedan determinar las características sensoriales; también se les ofreció un vaso de agua mineral para que puedan diferenciar mejor las características del queso entre muestra

y muestra estos resultados fueron puestos en una hoja donde se especifica cada característica organoléptica (color, olor, textura y sabor) el catador puede determinar el puntaje para cada parámetro de 0 a 10 por medio de una regla de 10 cm y poniendo el respectivo puntaje para cada parámetro evaluado.

### **3.4. Análisis estadístico**

#### **3.4.1. Para determinar la calidad de leche y la elaboración de queso**

Se realizó un análisis estadístico descriptivo no experimental, se determinó la media, desviación estándar, coeficiente de variabilidad y rangos de mínimo y máximo en todas las muestras evaluadas de calidad de leche y queso. (Donde la variable independiente, dependiente y la covariable son datos adicionales al trabajo de investigación).

- Variable independiente: raza (Holstein, Brown Swiss y cruzadas)
- Variable dependiente: Grasa (%), Proteína (%), Lactosa (%), Minerales (%), SNG (%), Sólidos Totales (%), Densidad (g/ml), Punto de Congelación (°C) y pH.
- Covariable: Producción de leche (l).

#### **3.4.2. Para determinar las características sensoriales del queso**

Se realizó un análisis de correlación lineal para ver el grado de asociación entre las apreciaciones de las características sensoriales de un mismo catador durante dos catas sucesivas. Las características sensoriales evaluadas por los catadores fueron: color, olor, textura y sabor.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1. De la determinación de las características físicas-químicas de la leche en el Centro Agronómico K'ayra.

En la Granja K'ayra al momento del estudio se contó con 36 vacas en producción de las cuales 20 fueron de la raza Holstein, 2 de la raza Brown Swiss y 14 Vacas Cruzadas, se estudió a toda la población de vacunos para caracterizar la calidad de leche de las mismas, las cuales podemos observar en las siguientes tablas (7, 8 y 9) para los tres genotipos de vacunos.

**Tabla 7. Calidad fisicoquímica de la leche de la raza Holstein Friesian durante los 30 días de realización del estudio en el Centro Agronómico K'ayra.**

Componentes	Unidad	n	Media	±D.S	CV (%)	Min	Max
Leche*	l	20	12,01	3,60	30,01	3,20	21,00
Grasa	%	20	3,23	0,30	9,30	2,48	4,03
Proteína	%	20	3,45	0,27	7,86	2,86	4,20
Lactosa	%	20	4,55	0,19	4,08	4,15	5,26
Minerales	%	20	0,65	0,03	4,96	0,58	0,79
Sólidos No Grasos	%	20	7,61	0,13	1,74	7,11	7,98
Sólidos Totales	%	20	11,87	0,47	3,93	10,45	13,26
Densidad	g/ml	20	1,026	0,001	0,111	1,024	1,031
Punto de Congelación	°C	20	-0,54	0,02	-4,11	-0,71	-0,49
pH		20	6,54	0,08	1,27	6,28	6,78

Leyenda: DS = desviación estándar; CV = coeficiente de variabilidad; Min = mínimo; Max = máximo.

La media de la grasa es de 3,23 % ± 0,30 %, siendo inferior a lo reportado por Olortegui y Santos (2019) (3,59 %), Arista (2017) (3,73 %) y Espinosa, (2015) (3,8 %). El porcentaje de grasa puede estar influenciado directamente por la alimentación que recibe el animal, genética, ciclo de lactación y factores climáticos. En época seca se observa una disminución de la materia grasa y un ligero incremento en la época de lluvias. El segundo factor que afecta el

porcentaje de grasa es el tiempo entre ordeños, el cual se debe procurar que sea el menor posible ya que disminuye la producción de litros de leche y aumenta el porcentaje de grasa en la misma (Espinosa, 2015).

El promedio de proteína es de  $3,45 \% \pm 0,27 \%$  superior a lo obtenido por Arista (2017) (2,99 %) y por Espinosa (2015) (2,58 %) e inferior a lo reportado por Olortegui y Santos (2019) (3,59 %). La reducción de la proteína puede deberse a la edad del animal, así como también a la fase de la curva de lactación en la que se encuentra la vaca y también a la alimentación que recibe el animal en el momento del estudio.

La media de lactosa fue  $4,55 \% \pm 0,19 \%$ , es inferior a lo reportado por Olortegui y Santos (2019) (5,44 %) y superior a lo reportado por Espinosa (2015) (4,16 %). La mastitis puede causar una alteración significativa en la composición de la leche. Las vacas con mastitis clínica o subclínica, presentan una reducción porcentual de grasa, SNG lactosa y en algunos casos de proteína (Martí de Olivares y Molina, 1998).

La media de sales minerales es de  $0,65 \% \pm 0,03 \%$ , siendo superior a lo obtenido por Espinosa (2015) (0,64 %). La media de SNG es de  $7,61 \% \pm 0,13 \%$ , es inferior a lo reportado por Olortegui y Santos (2019) (8,81 %), y superior a lo obtenido por Espinosa (2015) (7,60 %). Por otra parte, Olortegui y Santos (2019) (12,40 %) y Arista (2017) (12,18 %), obtuvieron mayor porcentaje de sólidos totales a comparación con el presente estudio. Los sólidos totales de la leche pueden variar por diversas causas fisiológicas como el tipo de alimentación y el estado de lactación, así como las enfermedades que padezca la vaca, como es el caso de la mastitis.

El promedio de densidad en la leche fue de  $1,026 \text{ g/ml} \pm 1,14 \text{ g/ml}$  es inferior a lo reportado por Olortegui y Santos, 2019 ( $1,028 \text{ g/ml}$ ); Espinosa, 2015 y Wattle B, 2012 con  $1,030 \text{ g/ml}$ . La densidad de la leche varía principalmente por dos factores predominantes que son la concentración de elementos disueltos en suspensión y la proporción de materia grasa (Alais, 1985). La densidad normal de la leche se encuentra entre  $1,027 \text{ g/ml}$  a  $1,033 \text{ g/ml}$  a  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  de temperatura. Este valor ocurre por la presencia de los varios componentes de la leche diluidos o no en el agua que constituye la leche, los cuales presentan densidades variables (Martí de Olivares y Molina, 1998). La media de punto de congelación es  $- 0,54 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0,02 \text{ }^\circ\text{C}$  es superior a lo reportado por Olortegui y Santos, 2016 ( $- 0,51 \text{ }^\circ\text{C}$ ) y Espinosa, 2015 ( $- 0,48 \text{ }^\circ\text{C}$ ). El punto de congelación de la leche indica el grado de adulteración de la leche con el agua y esta puede ser por la mala manipulación en el ordeño y en el almacenamiento de la leche. El promedio de pH es de  $6,54 \pm 0,08$  y es inferior a lo obtenido por Espinosa, 2015 ( $6,56$ ). La leche de vaca recién ordeñada y sana, es ligeramente ácida, con un pH comprendido entre  $6,5$  y  $6,8$  como consecuencia de la presencia de caseínas, aniones fosfórico y cítrico, principalmente. Estos valores se aplican solamente a temperaturas cercanas a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . El pH también puede ser diferente entre muestras de leche fresca de vacas individuales reflejando esto variaciones en la composición. A pesar de todos estos cambios, el pH varía en un rango muy reducido y valores de pH inferiores a  $6,5$  o superiores a  $6,9$  ponen en evidencia leche anormal.

**Tabla 8. Calidad físico-química de la leche de la raza Brown Swiss durante los 30 días de realización del estudio en el Centro Agronómico K´ayra**

<b>Componentes</b>	<b>Unidad</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>±D.S</b>	<b>CV (%)</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
<b>Leche*</b>	l	2	12,97	2,82	21,75	7,70	18,30
<b>Grasa</b>	%	2	3,95	0,32	8,03	3,40	4,60
<b>Proteína</b>	%	2	3,37	0,24	7,11	2,95	4,05
<b>Lactosa</b>	%	2	4,48	0,19	4,32	4,17	4,90
<b>Minerales</b>	%	2	0,67	0,03	4,25	0,61	0,73
<b>Sólidos No Grasos</b>	%	2	7,57	0,12	1,52	7,24	7,86
<b>Sólidos Totales</b>	%	2	12,48	0,59	4,71	11,19	13,79
<b>Densidad</b>	g/ml	2	1,026	0,001	0,091	1,024	1,029
<b>Punto de Congelación</b>	°C	2	-0,54	0,03	-4,63	-0,59	-0,48
<b>pH</b>		2	6,54	0,10	1,55	6,19	6,71

Leyenda: DS = desviación estándar; CV = coeficiente de variabilidad; Min = mínimo; Max = máximo.

La media de grasa es de 3,95 % ± 0,32 % es superior a lo reportado por Ticona, 2017 (3,11 %) e inferior a lo obtenido por Benavente, 2017 (4,68 %) y Espinosa, 2015 (3,93 %). La grasa láctea es un indicador del suministro de energía en la dieta y de los procesos catabólicos de las grasas depositadas en el organismo, cuando se presenta la carencia energética en la vaca en producción. Cuando se suministra dieta carente de fibra, baja la formación de ácido acético en el rumen, precursor de la grasa de la leche, entonces el organismo recurre a las grasas depositadas para utilizarlas como fuente de energía para producción (Gonzales, 2010).

La media de proteína y lactosa es superior a lo reportado por Espinosa, 2015 (2,92 % y 4,20 %) e inferior a lo reportado por Benavente, 2017 (3,62 %) y Ticona, 2017 (3,38 %) en cuanto a la proteína, por otro lado, se encontró menor porcentaje de sólidos totales frente Ticona, 2017 (13,82 %) y Benavente, 2017 (13,28 %). El porcentaje de sólidos totales, es influenciado

por el nivel de producción de leche. Al inicio de la lactancia los porcentajes de sólidos totales son altos debido a que la producción es baja, conforme se avanza hacia el pico de lactancia, el porcentaje de sólidos totales disminuye, a causa del aumento precipitado en el volumen de leche producida. Finalmente, hacia el final de la lactancia, el porcentaje de sólidos vuelve a subir como resultado de la disminución en la producción de leche.

Una de los parámetros físicos más importante de la leche es la densidad en el presente estudio fue menor a los reportes encontrados por Ticona, 2017 (1,029 g/ml) y Espinosa, 2015 (1,030 g/ml). La densidad de la leche de vaca variará de acuerdo a la concentración de los elementos que se encuentran en suspensión, y de la misma forma la temperatura y los medios físicos son el elemento importante a la lectura de densidad. Cuando la temperatura varía en las proximidades del punto de fusión de la materia grasa, la densidad varía y no se consolida hasta algunas horas de cambio temperatura, esto debido a la tardía modificación del estado físico de la materia grasa (Lacasa, 2003). Los elementos disueltos, incluyendo la grasa, la cual tiene una extensa variabilidad, cambia la densidad. A mayor contenido de grasa mayor densidad. La densidad de la leche debe realizarse pasada 4 horas después del ordeño; y se incrementa progresivamente hasta que llega a estabilizarse (Gasque y Blanco, 2001). La media del punto de congelación es de  $-0,54\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,03\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; este resultado es superior a lo reportado por Espinosa, 2015 ( $-0,49\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Por otro parte, la media de pH es de  $6,54 \pm 0,93$ , siendo inferior a lo obtenido por Ticona, 2017 (6,66) y superior a lo reportado por Espinosa, 2015 (6,79). El pH es una expresión de acidez de la leche; en cuyo contenido, la leche de vaca

tiene un pH de 6,6. El incremento del pH por encima de este rango, suele ser un indicador de mastitis (Sánchez, 2014).

**Tabla 9. Calidad físico-química de la leche de las vacas de diferentes cruces<sup>1</sup> durante 30 días.**

Componentes	Unidad	n	Media	±D.S	C.V. (%)	Min	Max
<b>Leche</b>	l	14	12,79	3,35	26,22	5,50	21,00
<b>Grasa</b>	%	14	3,81	0,29	7,58	3,05	4,61
<b>Proteína</b>	%	14	3,29	0,31	9,53	2,81	4,48
<b>Lactosa</b>	%	14	4,47	0,30	6,69	3,79	5,61
<b>Minerales</b>	%	14	0,67	0,04	6,48	0,53	0,77
<b>Sólidos No Grasos</b>	%	14	7,57	0,39	5,19	6,57	8,09
<b>Sólidos Totales</b>	%	14	12,25	0,78	6,34	11,06	14,05
<b>Densidad</b>	g/ml	14	1,026	0,050	4,870	1,024	1,030
<b>Punto de Congelación</b>	°C	14	-0,55	0,04	-7,40	-0,63	-0,33
<b>pH</b>		14	6,53	0,33	5,09	6,22	6,75

Legenda: DS = desviación estándar; CV = coeficiente de variabilidad; Min = mínimo; Max = máximo.

<sup>1</sup> El 80% de los animales corresponden a un cruce de Holstein x Brown Swiss.

El promedio de producción de grasa fue de 4,0 % ± 0,3 % y es superior a lo reportado por Mahecha, *et al.*, 2007 (3,49 %). Así mismo es superior a lo reportado por Espinosa, 2015 (3,67 %). La media de porcentaje de proteína es de 3,29 % ± 0,31 %; lactosa 4,47 % ± 0,30 % siendo inferior al reporte de Mahecha, *et al.*, 2007 (3,50 %) en cuanto al contenido de proteína. Sin embargo, es mayor al contenido de lactosa y de la misma forma Espinosa, 2015 (2,84 % y 4,13 %) encontró mayor porcentaje de proteína y lactosa.

En cuanto el contenido de sales minerales, sólidos no grasos; Espinosa, 2015 encontró mayor cantidad de dichos componentes de estudios (0,62 % y 7,53 %). Por otra parte, Mahecha, *et al.*, 2007 obtuvo menor cantidad de sólidos no grasos y sólidos totales (8,54 % y 12,03 %) a comparación con los resultados del presente estudio. Las diferencias de estos resultados podrían deberse a

condiciones de medio ambiente, grado de mejora genética y tipo de alimentación suministrado de los animales.

#### 4.2. De la caracterización del proceso de elaboración del queso

La elaboración de quesos en la Granja K'ayra se realiza con la leche del ordeño de la mañana por lo que se tomaron muestras de (15 ml) de cada tanque de leche al inicio del procesamiento del queso para su análisis en el laboratorio, para determinar sus características físico químicas siendo presentada en la tabla 10.

**Tabla 10. Calidad físico-química de la leche para la elaboración de queso durante los 28 días de realización del estudio en el Centro Agronómico K'ayra.**

Características	unidad	n	Media	±DS	CV(%)	NTP	Cumple NTP
Grasa	%	28	3,07	0,38	12,27	3,2	No
Proteína	%	28	3,13	0,19	6,05	-	-
Lactosa	%	28	4,38	0,15	3,51	-	-
Minerales	%	28	0,70	0,03	4,67	7,0	-
Sólidos No Grasos	%	28	7,59	0,13	1,74	8,2	No
Sólidos Totales	%	28	11,28	0,63	5,55	11,4	No
Densidad	g/ml	28	1,026	0,89	3,37	1,029	No
Punto de Congelación	°C	28	-0,56	0,03	-4,95	-0,540	SI
pH		28	6,55	0,19	2,94	-	-

Legenda: DS = desviación estándar; CV = coeficiente de variabilidad; Min = mínimo; Max = máximo.

La característica físico química de la leche para la elaboración de queso en planta no cumple con los parámetros exigidos por la Norma Técnica Peruana, (2003). Donde el contenido de grasa fue de 3,07 % ± 0,38 %; minerales 0,70 % ± 0,03 %; sólidos no grasos 7,59 % ± 0,13 %; sólidos totales 11,28 % ± 0,63 %; densidad 1,026 g/ml ± 0,89 g/ml; mientras que el punto de congelación si está dentro del rango - 0,56 °C ± 0,03 °C; mientras que la Norma Técnica Peruana, (2003) exige un mínimo de 3,2 % de grasa, 8,2 % de SNG, sólidos

totales 11,4 %; densidad 1,029 g/ml. De estos resultados dependerá la calidad del producto final y el rendimiento quesero.

#### 4.2.1 Del proceso de elaboración del queso en el Centro Agronómico K'ayra.

La elaboración de queso toma un tiempo promedio de 1 hora con 50 minutos y este dependerá de la cantidad de litros de leche que ingresa a la planta de procesamiento y el personal de apoyo en la elaboración de queso. Se registró todo el proceso de elaboración de queso y es reportado en la Tabla 11.

**Tabla 11. Características del proceso de elaboración del queso en el Centro Agronómico K'ayra.**

Parámetro		n	Media	±DS	CV(%)	Min	Max	BPM
<b>Tratamiento térmico</b>								
Temperatura	°C	28	67,14	0,89	1,33	65	70	60
<b>Coagulación</b>								
Temperatura	°C	28	39,04	0,96	2,46	37	41	35
tiempo de coagulación	min	28	35,00	8,72	24,92	24	50	40
pH		28	6,39	0,09	1,46	6,1	6,5	-
<b>Primer corte</b>								
Tiempo	min	28	1,71	0,76	44,5	1	4	-
pH		28	6,42	0,08	1,3	6,3	6,7	-
<b>Segundo corte</b>								
Tiempo	min	28	2,43	1,14	46,79	1	5	-
pH		28	6,40	0,08	1,2	6,3	6,6	-
<b>Desuerado</b>								
cantidad de suero	l	28	32,43	21,5	66,3	4,5	110	80
pH		28	6,40	0,05	0,85	6,2	6,5	-
<b>Adición de sal</b>								
Temperatura	°C	28	41,18	1,93	4,68	38	45	39
Tiempo	min	28	11,46	2,3	20,07	9	16	15
pH		28	6,00	0,08	1,4	5,8	6,2	-
<b>Prensado</b>								
1er volteo	min	28	11,46	4,38	38,24	5	25	15
2do volteo	min	28	21,14	6,75	31,94	10	38	15
Sellado	h	28	16,71	4,32	25,84	4	20	8

Leyenda: DS = desviación estándar; CV = coeficiente de variabilidad; Min = mínimo; Max = máximo, BMP = buenas prácticas manufacturadas, tomadas de a: Cansaya (2018)

La media de la temperatura para el tratamiento térmico fue  $67,14\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,89\text{ }^{\circ}\text{C}$ , la coagulación tiene promedio de temperatura de  $39,04\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,96\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; tiempo de  $35,00\text{ min} \pm 8,72\text{ min}$  y un pH de  $6,39 \pm 0,09$ . El tiempo del primer corte de la cuajada fue de  $2\text{ min} \pm 0,76$  con un pH de  $6,42 \pm 0,08$  y el segundo corte de la cuajada fue de  $2\text{ min} \pm 1,14\text{ min}$  con un pH de  $6,40 \pm 0,08$ . El retiro de suero dulce fue de 32 litros del volumen inicial con un de pH de  $6,40 \pm 0,05$ . El incremento de temperatura con la adición de sal fue de  $41\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , tiempo de salado fue de  $11\text{ min} \pm 2,30\text{ min}$  con un pH de  $6,0 \pm 0,08$  y el promedio de tiempo de prensado fue de  $11\text{ min} \pm 4,38\text{ min}$  para el primer volteo,  $21\text{ min} \pm 6,75\text{ min}$  para el segundo volteo y  $16,71\text{ h} \pm 4,32\text{ h}$  para el sellado del queso. El filtrado de la leche no se realiza en la planta de procesamiento de lácteos, se pasteuriza en los mismos porongos de aluminio en que esta llega a la planta. El promedio de temperatura en la pasteurización es de  $67,14^{\circ}\text{C} \pm 0,89\text{ }^{\circ}\text{C}$  tal como se muestra en el Cuadro 14. Este resultado es superior a lo reportado por Cansaya (2018) con  $37^{\circ}\text{C}$  (en la planta procesadora de lácteos Huacullani-Puno). Esto se debe a que en la planta lechera de Huacullani solo realizan el calentamiento de la leche.

La media de la temperatura de coagulación es de  $39,04\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,96\text{ }^{\circ}\text{C}$  por un tiempo de  $35,00\text{ min} \pm 8,72\text{ min}$ , siendo superior en temperatura e inferior en el tiempo de coagulación según lo reportado por Cansaya (2018) de  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 45 min. En esta etapa se agrega el cuajo marca HANSEN "*Tres Muñecas*" pero no se tomó en consideración por qué se le agrega de manera aproximada.

La media del primer corte de la cuajada es de  $2\text{ min} \pm 0,76\text{ min}$  y un pH de  $6,42 \pm 0,08$ , mientras que Cansaya (2018) no reporta estos datos, más que el tiempo

de reposo de la cuajada después del corte que es de 1 min, al igual para el segundo corte que registra un tiempo de reposo de 2 min.

El batido no se consideró en este trabajo de investigación, porque no se realiza de manera técnica, mientras que Cansaya (2018) reporta 20 a 30 minutos de batido para facilitar la extracción del suero dulce.

La media para el primer desuerado fue de retiro de suero dulce fue de 32,43 litros del volumen inicial con un de pH de  $6,40 \pm 0,05$ . Este resultado es superior a lo reportado por Cansaya (2018) que recomienda extraer el 30 % de suero dulce en la primera etapa.

La media de la temperatura del salado fue de  $41 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1,93 \text{ }^\circ\text{C}$  por  $11 \text{ min} \pm 2,30 \text{ min}$  y un pH de  $6 \pm 0,08$ ; Cansaya (2018) recomienda utilizar 3 % de salmuera por 15 minutos. En nuestro trabajo no se registró esos datos pues la cantidad de sal agregada no se pesa en una balanza, sino es agregada al tanteo.

En el segundo desuerado se retira la mayor cantidad de suero salado, para realizar el moldeo de los granos de queso.

El promedio de tiempo de prensado fue de  $11 \text{ min} \pm 4,38 \text{ min}$  para el primer volteo, este resultado es inferior a lo reportado por Cansaya (2018) con un tiempo de 15 a 20 min.

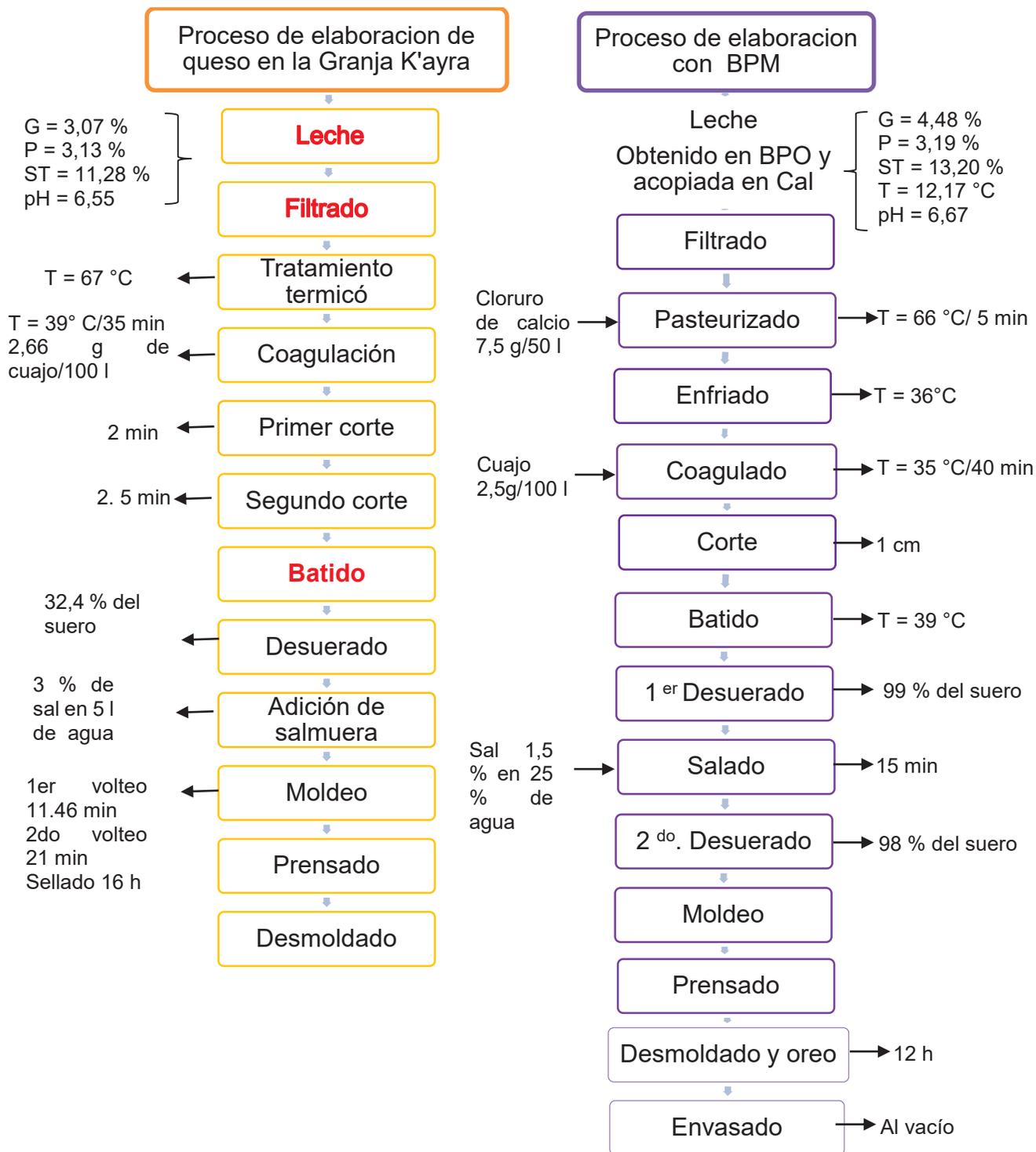
La media del segundo prensado fue  $21 \text{ min} \pm 6,75 \text{ min}$  para el segundo volteo

La media para el sellado del queso es de  $16,71 \text{ h} \pm 4,32 \text{ h}$ , siendo este resultado superior a Cansaya (2018) y las BPM con 8 horas. El tiempo de oreo no se consideró en este proceso, porque el queso sale a expendio apenas es retirado del molde en producto fresco.

El proceso de elaboración de queso en el Centro Agronómico K'ayra no cumple con los protocolos recomendados por las buenas prácticas de manufactura (flujograma 1), no se evalúa las características físico químicas de la leche antes de su procesamiento, el filtrado y el batido son otros aspectos muy importantes que no se realizan durante la elaboración, las buenas prácticas de manufactura recomiendan cumplir paso a paso todo el proceso de elaboración desde la recepción de la leche hasta el producto terminado, porque de estos procesos depende el rendimiento quesero y las características sensoriales del queso, como el aspecto de color, sabor, olor, etc.

## 4.2.2. Comparativo de flujograma de la elaboración de queso entre Centro

### Agronómico K'ayra y las BPM



### **4.3 Características organolépticas del queso: color, olor, textura y sabor**

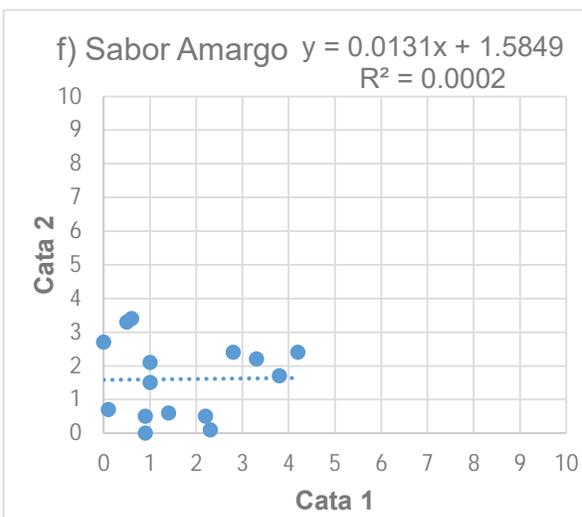
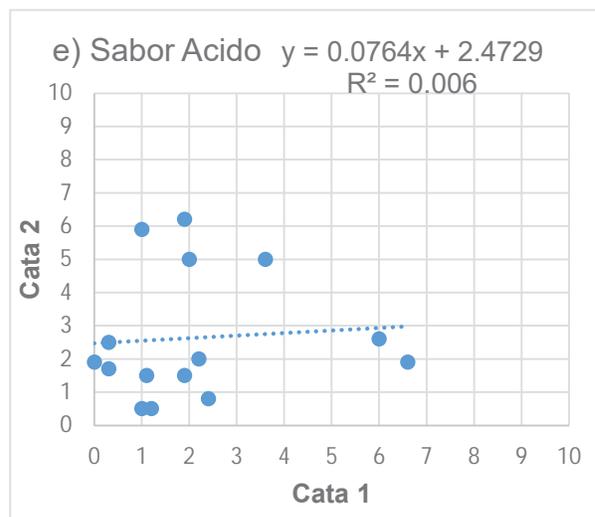
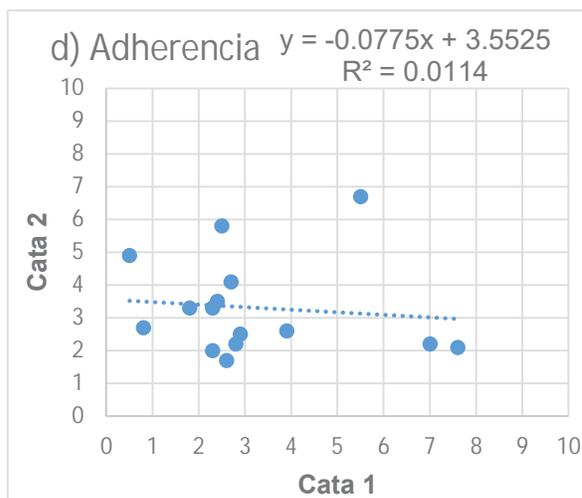
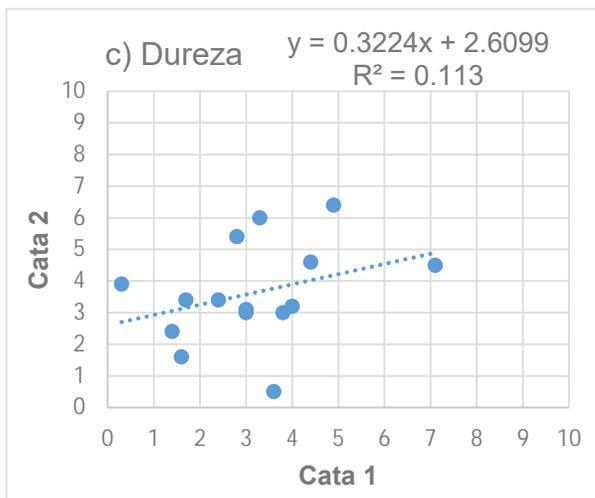
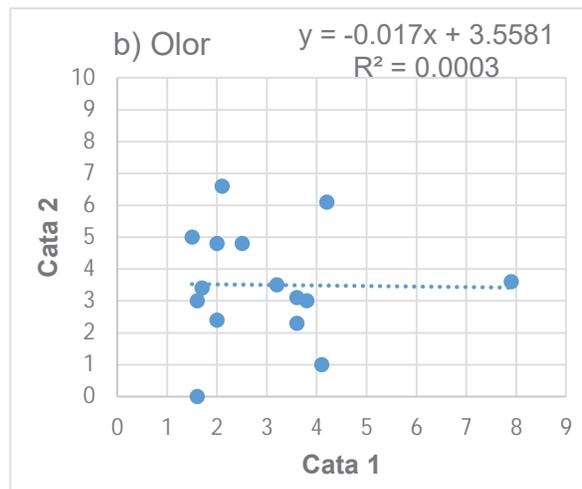
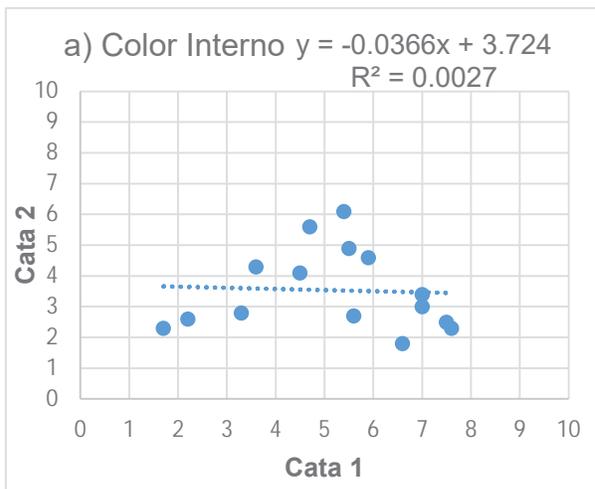
Para determinar las características organolépticas se utilizó un test de escala lineal del 1 al 10. De acuerdo a esta clasificación podremos determinar las características del queso según la apreciación de los catadores. Debido a que cada catador testeó durante dos días consecutivos un queso que provenía de la misma producción es posible evaluar si la calidad del queso se mantuvo constante a lo largo del sistema productivo o hubo diferencias significativas. Por esa razón, se realizó un análisis de correlación lineal entre las apreciaciones de los catadores durante las dos catas sucesivas. Ninguna de las variables sensoriales analizadas tuvo una correlación importante. El mayor  $R^2$  fue de 0,113 y es relativamente bajo. De esta manera podemos concluir que la calidad del queso, en términos del test de sensibilidad, no es constante ni homogénea. Sería deseable en un establecimiento productivo con BPM, que dichas normas garanticen la calidad del producto. Si bien esta prueba no deja de ser una prueba subjetiva, es de esperar que la subjetividad del catador no varíe significativamente (especialmente si las catas no están separadas por un intervalo tiempo de grande, el cual es nuestro caso) (Tabla 12).

**Tabla 12. Características organolépticas del queso.**

n° Catador	Aspecto Color Interno		Intensidad de Olor		Dureza		Adherencia		Sabor Ácido		Sabor Amargo	
	Día de Cata		Día de Cata		Día de Cata		Día de Cata		Día de Cata		Día de Cata	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	5,9	4,6	4,1	1,0	3,6	0,5	2,9	2,5	2,4	0,8	2,3	0,1
2	7,0	3,0	2,5	4,8	3,0	3,0	7,6	2,1	1,0	0,5	0,9	0,5
3	3,3	2,8	1,7	3,4	1,4	2,4	0,5	4,9	0,0	1,9	0,0	2,7
4	6,6	1,8	3,6	2,3	1,6	1,6	2,6	1,7	1,1	1,5	1,0	1,5
5	5,4	6,1	3,2	3,5	3,0	3,1	2,4	3,5	1,0	5,9	0,5	3,3
6	7,0	3,4	3,6	3,1	0,3	3,9	2,5	5,8	0,3	2,5	0,9	0,0
7	5,6	2,7	4,2	6,1	3,8	3,0	5,5	6,7	6,6	1,9	3,8	1,7
8	3,6	4,3	2,1	6,6	4,4	4,6	2,3	3,3	1,9	6,2	3,3	2,2
9	7,5	2,5	2,0	2,4	7,1	4,5	2,3	2,0	2,2	2,0	2,2	0,5
10	5,5	4,9	1,5	5,0	2,8	5,4	2,7	4,1	1,2	0,5	1,4	0,6
11	7,6	2,3	3,8	3,0	2,4	3,4	7,0	2,2	2,0	5,0	2,8	2,4
12	2,2	2,6	1,6	0,0	3,3	6,0	1,8	3,3	0,3	1,7	0,6	3,4
13	4,7	5,6	2,0	4,8	4,0	3,2	0,8	2,7	1,9	1,5	0,1	0,7
14	4,5	4,1	7,9	3,6	4,9	6,4	3,9	2,6	6,0	2,6	1,0	2,1
15	1,7	2,3	1,6	3,0	1,7	3,4	2,8	2,2	3,6	5,0	4,2	2,4

El análisis de correlación entre la valoración en cada una de las variables estudiadas, a: aspecto de color interno, b: adherencia, c: intensidad de olor, d: dureza, adherencia, e: sabor ácido y f: sabor amargo; para un mismo catador en dos días sucesivos de cata (eje y día 1, eje x día 2).

**Grafico 1. Análisis de regresión lineal para parámetros de calidad sensorial de los quesos evaluados.**



#### **4.3.1. Del rendimiento quesero**

El rendimiento quesero obtenido en este trabajo de investigación fue de  $10,5 \pm 0,67$  %, para el queso fresco Tipo Paria en el Centro Agronómico K'ayra. Este resultado es inferior a lo reportado por Cansaya (2018) 10,93%. Las diferencias podrían ser por que la producción de leche en Puno es mayormente de la raza Brown Swiss, mientras que en establo de la Granja K'ayra la leche de la raza Holstein Friesian en su mayoría es destinado para la elaboración de queso y esta raza se caracteriza por tener bajos rendimientos en grasa, proteína, lactosa y sólidos totales. (Anexo 11).

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES**

De acuerdo a las condiciones del presente trabajo de investigación se concluye lo siguiente:

1. Para las condiciones del presente estudio se concluye que las vacas cruzadas presentaron, un mayor rendimiento en producción de sólidos especialmente en la grasa de la leche. Esto es contrario a lo esperado ya que este grupo racial se caracterizó por una mayor producción de leche.

En cuanto a los parámetros exigidos por la Norma Técnica Peruana, (2003), la grasa, sólidos totales y punto congelación se encuentran dentro de los parámetros indicados, en cuanto a los sólidos no grasos y densidad no cumplen con los parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana, (2003)

2. El proceso de elaboración del queso en el Centro Agronómico K'ayra no cumple con los requisitos de la NTP 202 001 2003, en cuanto a la calidad de la leche para su proceso de elaboración y así mismo no cumple con los principios básicos exigidos por las Buenas Prácticas de Manufactura.
3. Las características organolépticas del queso en el Centro Agronómico K'ayra es heterogénea de una producción a otra y el rendimiento quesero fue de 10.5 %.

## RECOMENDACIONES

- Implementar un programa de control higiénico, sanitario, microbiológico de la leche.
- Contar con registros de calidad de leche, kilogramos de queso producido en la planta para realizar estudios de costos de producción.
- En el proceso de elaboración de queso se recomienda tener un personal técnico calificado para transformar la materia prima y estandarizar su proceso.
- Implementar las buenas prácticas de manufactura en el proceso de elaboración de queso en el Centro Agronómico K'ayra.
- Implementar un sistema de drenaje y tratamiento de desechos.
- Implementar los equipos y materiales adecuados para el proceso de elaboración de queso.

## CAPÍTULO VI

### BIBLIOGRAFÍA

**Alais C. (1985).** *Ciencia de la leche: principios de técnica lechera*. Reverté.

**Alba Cuéllar, N. (2008).** Ciencia, tecnología e industria de alimentos. In *Ciencia, tecnología e industria de alimentos* (pp. 1191-1191).

**Aranguren-Méndez, J., & Rojas, I. (2008).** Aplicación de la genética molecular en la selección de caracteres de interés para la producción de leche. *Desarrollo sostenible de la ganadería doble propósito. Cap. XVIII. C. González-Stagnaro, N. Madrid Bury, E. Soto Belloso (Eds). Ediciones Astro Data SA Maracaibo (Venezuela), 65-74.*

**Arista Inga, R. (2017).** Efectos de la suplementación de levaduras vivas (*Saccharomyces cerevisiae*), en la producción y calidad de leche de vacas raza Holstein en el establo Montenegro-Chiclayo.

**Álvarez Yanamango, E. G. (2011).** Efectos del *Lactobacillus casei* ATCC 393 TM sobre el *Echerichia Coli* durante la vida comercial del queso fresco.

**Barberis, S., Agular, E. G., Draksler, D., Gonzalez, S., Molins de Pedernera, M., Nuñez de Kairuz, M., ... & Ronayne de Ferrer, P. (2002).** *Bromatología de la leche*. Universidad Nacional de San Luis, Buenos Aires (Argentina).

**Benavente Paricahua, R. (2017).** Evaluación de fuentes de nitrógeno no proteico (NNP) urea y nitroshure en la producción de leche de vacas Brown Swiss estabulados-INIA Illpa Puno.

**Cansaya Fuentes, N. (2018).** Estudio del proceso de estandarización del queso tipo paria pasteurizado de la Cooperativa Agraria San Pedro de Huacullani, comunidad campesina de Aurincota (CASP Huacullani-CC-Aurincota).

**Caritas, (2003).** Manual de elaboración de quesos. Proyecto: incremento forrajero crianzas familiares y mercadeo de la leche y derivados.

Disponible en:

[https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/organizaciones/dgp\\_a/documentos/ElaboraciondeQuesos.pdf](https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/organizaciones/dgp_a/documentos/ElaboraciondeQuesos.pdf)

**Chr- HANSEN. (s.f).** improving food and health.

Disponible en:

<https://www.chr-hansen.com/es/contact/pe-lima>.

**Competitividad, P. I., de Cadenas Agrícolas, S., Uría, R., & Díaz, A. (2009).** Buenas Prácticas de Manufactura. Una guía para pequeños y medianos agroempresarios.

**Condori, (2010).** “Quesería Rural”, editorial Lucero Juliaca – Puno – Perú. Pg. 1-35

**Coulon, J. B., Pradel, P., & Verdier, I. (1995).** Effect of forage type on milk yield, chemical composition and clotting properties of milk. *Pg.* 513-521.

**Chamorro, M. C., & Losada, M. M. (2002).** *El análisis sensorial de los quesos* (No. Sirsi) i9788489922648).

**Del Estéreo, S. (2009).** Composición de la leche y valor nutritivo.

**Espinosa Rosales, R. F (2015).** Evaluación de rendimientos para queso fresco a partir de leche cruda fluida procedente de tres razas de vacuno lechero, loja – Ecuador.

**FAO. (2011).** Proceso para la elaboración de productos lácteos. Guatemala: Proyecto GCP/GUA/012/SPA Fortaleciendo las dinámicas locales en la cuenca del río Naranja y cuenca del lago de Atitlán, con énfasis en la producción intensiva agrícola y la producción artesanal. De la reconstrucción al desarrollo, II fase. Pg. 9-11.

**Gasque, R., & Blanco, M. A. (2001).** Zootecnia en bovinos productores de leche.

**Gaviria, A., & Barrientos, J. H. (2001).** Determinantes de la calidad de la educación en Colombia.

**González, M. (2002).** Tecnología para la elaboración de queso blanco, amarillo y yogurt. *Ciencia y Tecnologías de Alimentos Secretaria Nacional de Ciencias, Tecnología e Innovación Veraguas, Panamá.*

**Gonzalez, E. P. (2010).** Caracterización de la composición físico química del queso fresco elaborado artesanalmente en Sehualaca, municipio de Minatitlán, Veracruz. *Undergraduate, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana, Veracruz, México.*

**Hernández, E. (2005).** Evaluación sensorial. *Bogotá, DC. Centro Nacional de Medios para el Aprendizaje.*

**INACAL. (2016).** Instituto Nacional de Calidad, norma Técnica de leche y queso fresco.

**ISO 4121.** Análisis sensorial. Directrices para la utilización de escalas de respuestas cuantitativas.

**Magariños, H. (2000).** Producción higiénica de la leche cruda. *Guatemala:*

*Producción y Servicios Incorporados*, 6.

**Mahecha, L. I. L. I. A. N. A., Escobar, J. P., Suárez, J. F., & Restrepo, L. F. (2007).** *Tithonia diversifolia* (hemsl.) Gray (botón de oro) como suplemento forrajero de vacas F1 (Holstein por Cebú). *Livestock Research for Rural Development*, 19(2), 1-6.

**Martin, B., & Coulon, J. B. (1995).** Facteurs de production du lait et caractéristiques des fromages. II. Influence des caractéristiques des laits de troupeaux et des pratiques fromagères sur les caractéristiques du reblochon de Savoie fermier. *Le Lait*, 75(2), 133-149.

**Meyer, M. R. (1987).** *Elaboración de productos lácteos* (No. 637.1 M4). México. Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria.

**MINAGRI, (2019).** Anuario estadístico de producción agrícola 2018

Disponible en: <https://www.minagri.gob.pe> › portal › inicio

**Miralles de la Torre, S. (2003).** Calidad de la leche. Revista Perú.

**Martí de Olives, A., & Molina Pons, P. (1998).** Mamitis y calidad de la leche de oveja. *Ovis*, (59), 011-25.

**Muñoz Pérez, J. A., & Rodríguez Mendoza, A. O. (2006).** *Comportamiento reproductivo, dinámica de producción y calidad de la leche de genotipos lecheros bajo condiciones intensivas, en el trópico seco de Rivas, Nicaragua* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).

**Nasanovsky, M., Garijo, R., & Kimmich, R. (2001).** Lechería.

Disponible en:

<http://www.hipotesis.com.ar/hipotesis/Agosto2001/Catedras/Lecheria.htm>  
(con acceso 09/02/2012).

**Norma Técnica Peruana. (2004).** Leche y productos lácteos.

Disponible en:

[http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/DS\\_7\\_2017\\_MINAGRI.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/DS_7_2017_MINAGRI.pdf)

**Norma Técnica Peruana. (2003).** Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales.

Disponible en:

[https://nanopdf.com/download/norma-tecnica-ntp-202001-peruana-2003\\_pdf](https://nanopdf.com/download/norma-tecnica-ntp-202001-peruana-2003_pdf)

**Ochoa, A., & Josafat, A. (2013).** *Rendimiento, firmeza y aceptación sensorial de queso panela adicionado con estabilizantes*. Tabasco-México: División de Procesos Industriales, UTTAB. (ELH) División Académica de Ciencias

Agropecuarias, UJAT. (HSG) Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos, ITV.

**Olortegui Broncano, A. H., & Santos Delgado, S.S (2019).** Evaluación de las características fisicoquímicas y microbiológicas de la leche entera en el hato lechero de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión 2016.

**Ordoñez, J. (1998).** “Tecnología de los Alimentos”. Componentes de los alimentos y procesos. Síntesis.

**Parra Trujillo, M. H., Peláez Suárez, L., Londoño Arango, J. E., Pérez Almarío, N., & Rengifo Benítez, G. (2003).** Los residuos de medicamentos en la leche. Problemática y estrategias para su control.

**Revilla, A. (1971).** Tecnología de la Leche, Procesamiento, Manufactura y Análisis.

Disponible en:

<http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A8693e/A8693e.pdf>

**Revilla, A. (1982).** *Tecnología de la leche: procesamiento, manufactura y análisis* (No. IICA LME 53). IICA, San José (Costa Rica).

**Revilla, A. (1996).** Tecnología de la leche. Rev. Escuela Agrícola panamericana, Zamorano, Honduras, Centroamérica.

**Sánchez, J. (2014).** Costos de producción de leche y derivados lácteos en el Altiplano. Industrial Grafía IMPRESS, Puno-Perú.

**Ticona Taípe, W. R. (2017).** Tres niveles de inclusión de heno de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en la alimentación de vacas brown swiss Ppc, en el CIP Illpa–UNA Puno.

**UNAD, (2012).** Definición, Composición, Estructura y Propiedades de la Leche- Escuela de Tecnología e Ingeniería – Tecnología De Lácteos.

Disponible en:

<https://silo.tips/download/definicion-composicion-estructura-y-propiedades-de-la-leche>

**Varnam, A, Sutherland, J. (1995).** Leche y Productos Lácteos. Tecnología, Química y Microbiología. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza (España).

**Veisseyre, R. (1988).** Lactología Técnica–Composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche. *España*, 288-291.

**Villegas, A. (2009).** Tecnología de alimentos de origen animal: manual de prácticas. Editorial Trillas. México.

## ANEXOS

### Anexo 1. Colección de muestras de leche en el establo de la Granja K'ayra.



Foto 1. Limpieza de ubre



Foto 2. Colección de muestra



Foto 3. Rotulado de muestra



Foto 4. Almacenado de muestras

## Anexo 2. Análisis de muestras en laboratorio



Foto 5. Muestras de leche



Foto 6. Análisis de muestras



Foto 7. Impresión de resultados



Foto 8. Lavado del equipo

**Anexo 3. Proceso de elaboración de queso en la planta de procesamiento de lácteos**



Foto 9. Pasteurización



Foto 10. Coagulación



Foto 11. 1er corte de la cuajada



Foto 12. 1er Desuerado



Foto 13. Salado



Foto 14. Moldeo



Foto 15. Prensado



Foto 16. Queso fresco

**Anexo 4. Del análisis sensorial del queso mediante la cata**



Foto 17. Muestras de queso para la cata



Foto 18. Evaluación sensorial

**Tabla 13.** Valores ponderados de las características físico químicas de la leche raza Holstein Friesian durante los 30 días de estudio en el Centro Agronómico K'ayra.

N° Arete	Producción de leche	Grasa	Proteína	Lactosa	Minerales	Sólidos No Grasos	Densidad	Punto de congelación	pH	Sólidos Totales
1569	11,77	3,18	3,49	4,51	0,64	7,58	1,027	-0,53	6,54	11,82
1374	11,00	3,46	3,3	4,41	0,65	7,56	1,026	-0,54	6,56	11,82
1597	8,99	3,62	3,16	4,36	0,71	7,5	1,027	-0,57	6,48	11,84
1543	13,20	3,45	3,20	4,36	0,69	7,59	1,026	-0,56	6,54	11,70
1572	10,53	3,33	3,22	4,45	0,67	7,53	1,027	-0,55	6,54	11,66
1524	7,50	3,30	3,61	4,56	0,63	7,58	1,026	-0,53	6,56	12,11
1568	8,62	3,38	3,60	4,59	0,64	7,65	1,026	-0,53	6,54	12,20
1443	11,71	3,10	3,44	4,56	0,66	7,6	1,026	-0,54	6,58	11,76
1394	8,29	3,05	3,61	4,66	0,64	7,68	1,027	-0,53	6,55	11,96
1558	13,15	3,28	3,36	4,5	0,66	7,57	1,027	-0,54	6,51	11,81
1638	13,48	3,09	3,42	4,59	0,66	7,61	1,026	-0,53	6,54	11,76
1606	16,93	2,97	3,43	4,62	0,66	7,63	1,026	-0,54	6,55	11,68
1512	12,66	3,07	3,78	4,64	0,62	7,72	1,026	-0,54	6,50	12,12
1576	9,79	3,14	3,73	4,69	0,63	7,73	1,026	-0,54	6,50	12,18
1462	5,26	3,06	3,39	4,55	0,66	7,64	1,027	-0,55	6,57	11,65
1508	14,72	3,18	3,6	4,68	0,63	7,67	1,026	-0,54	6,56	12,09
1442	10,93	3,18	3,24	4,42	0,67	7,56	1,026	-0,55	6,51	11,52
1573	18,24	3,20	3,41	4,54	0,66	7,62	1,026	-0,54	6,54	11,81
1485	16,59	3,32	3,36	4,55	0,66	7,57	1,026	-0,54	6,52	11,88
1582	16,77	3,19	3,57	4,68	0,65	7,68	1,026	-0,54	6,52	12,10

**Tabla 14.** Valores ponderados de las características físico químicas de la leche raza Brown Swiss durante los 30 días de estudio en el Centro Agronómico K´aya.

N° Arete	Producción de leche	Grasa	Proteína	Lactosa	Minerales	Sólidos No Grasos	Densidad	P, congelación	pH	Sólidos Totales
1584	10,55	3,92	3,25	4,38	0,69	7,53	1,026	-0,56	6,53	12,24
1508	15,4	3,98	3,49	4,59	0,66	7,61	1,026	-0,53	6,54	12,72

**Tabla 15.** Valores ponderados de las Características físico químicas de la leche de las Vacas Cruzadas durante los 30 días de estudio en el Centro Agronómico K´aya.

N° arete	Total	Grasa	Proteína	Lactosa	Minerales	Sólidos No Grasos	Densidad	Punto de congelación	pH	Sólidos Totales
1448	15,33	3,9	3,43	4,55	0,66	7,58	1,026	-0,53	6,59	12,53
1598	10,48	3,78	3,18	4,41	0,68	7,53	1,026	-0,55	6,52	12,05
1620	6,59	3,88	3,17	4,38	0,66	7,56	1,027	-0,55	6,5	12,09
1543	16,14	3,79	3,76	4,84	0,64	7,73	1,026	-0,51	6,56	13,03
1547	13,88	3,74	3,29	4,43	0,68	7,57	1,026	-0,55	6,51	12,14
1484	10,33	3,80	3,26	4,47	0,68	7,57	1,027	-0,54	6,53	12,21
1605	12,62	3,80	3,21	4,45	0,68	7,56	1,026	-0,55	6,53	12,14
1529	12,19	3,89	3,23	4,44	0,67	7,55	1,026	-0,55	6,56	12,24
1627	11,71	3,83	3,34	4,46	0,67	7,5	1,026	-0,54	6,5	12,3
1630	13,66	3,85	3,16	4,41	0,68	7,54	1,026	-0,55	6,52	12,09
1660	12,15	3,78	3,19	4,43	0,68	7,54	1,026	-0,55	6,52	12,08
1551	16,84	3,75	3,28	4,51	0,68	7,58	1,026	-0,55	6,54	12,21
1610	17,16	3,82	3,42	4,49	0,67	7,60	1,026	-0,54	6,56	12,41
1550	10,00	3,80	3,08	4,32	0,71	7,56	1,027	-0,57	6,53	11,91

**Tabla 16.** Características físico químicas de la leche para la elaboración de queso en el Centro Agronómico K'ayra durante 28 días de estudio.

Días	Grasa	Sólidos No Grasos	Densidad	Lactosa	Sólidos	Proteína	Punto de Congelación	Sólidos Totales
1	2,63	7,52	1,027	4,29	0,70	3,00	-0,56	10,61
2	2,52	7,68	1,028	4,33	0,72	3,00	-0,58	10,57
3	3,58	7,51	1,024	4,47	0,67	3,27	-0,54	11,98
4	2,67	7,51	1,027	4,26	0,71	2,97	-0,57	10,60
5	3,69	7,60	1,027	4,37	0,70	3,09	-0,56	11,85
6	3,07	7,61	1,026	4,47	0,69	3,23	-0,55	11,45
7	3,53	7,63	1,026	4,50	0,68	3,26	-0,55	11,96
8	2,75	7,25	1,025	4,17	0,67	2,95	-0,54	10,55
9	3,49	7,62	1,025	4,58	0,67	3,37	-0,54	12,11
10	3,30	7,72	1,026	4,73	0,65	3,54	-0,53	12,23
11	2,67	7,57	1,027	4,23	0,72	2,90	-0,58	10,52
12	3,24	7,50	1,026	4,30	0,70	3,03	-0,56	11,27
13	2,95	7,46	1,027	4,18	0,71	2,88	-0,57	10,72
14	2,54	7,59	1,027	4,24	0,72	2,91	-0,58	10,40
15	2,96	7,61	1,027	4,45	0,69	3,20	-0,55	11,30
16	3,61	7,65	1,027	4,75	0,64	3,61	-0,52	12,62
17	2,74	7,57	1,026	4,39	0,69	3,13	-0,55	10,96
18	3,29	7,66	1,027	4,53	0,68	3,28	-0,55	11,77
19	3,49	7,62	1,026	4,48	0,68	3,23	-0,55	11,89
20	3,21	7,60	1,027	4,38	0,70	3,12	-0,56	11,41
21	3,06	7,56	1,028	4,30	0,71	3,00	-0,57	11,07
22	2,91	7,66	1,027	4,21	0,81	3,31	-0,66	11,23
23	3,00	7,58	1,026	4,42	0,69	3,17	-0,55	11,28
24	2,49	7,69	1,028	4,32	0,73	2,98	-0,58	10,51
25	2,74	7,96	1,027	4,45	0,75	3,05	-0,60	10,99
26	2,89	7,68	1,027	4,29	0,73	2,95	-0,59	10,86
27	3,62	7,63	1,026	4,50	0,68	3,26	-0,55	12,06
28	3,22	7,25	1,025	4,17	0,67	2,95	-0,54	11,02

**Tabla 17. Test de clasificación sobre la escala lineal para el Análisis Sensorial**

**Apellidos.....Nombre.....Fecha.....**

Examine las muestras de izquierda a derecha y posicíonelas sobre la escala en función de la mayor o menor intensidad percibida al evaluar los diferentes atributos propuestos,

**1. ASPECTO INTERNO COLOR**

\_\_\_\_\_  
**Blanco** **Marfil**

**2. INTENSIDAD DE OLOR**

\_\_\_\_\_  
**Débil** **Muy intenso**

**3. TEXTURA (en boca):**

Dureza  
\_\_\_\_\_  
**Poco duro** **Muy duro**

Adherencia  
\_\_\_\_\_  
**Poco adherente** **Muy adherente**

**4, SABOR**

Sabor ácido  
\_\_\_\_\_  
**Inexistente** **Muy intenso**

Sabor amargo  
\_\_\_\_\_  
**Inexistente** **Muy intenso**

**Tabla 18.** Datos del rendimiento quesera durante 28 días en la planta de procesamiento de lácteos

<b>Rendimiento quesero</b>			
<b>Días de Elaboración</b>	<b>Litros de leche</b>	<b>kg de queso</b>	<b>Rendimiento %</b>
1	60	5,50	9,2
2	50	4,13	8,3
3	220	23,90	10,9
4	30	3,00	10,0
5	60	6,65	11,1
6	60	6,60	11,0
7	80	8,95	11,2
8	80	8,88	11,1
9	90	10,03	11,1
10	60	6,68	11,1
11	10	1,10	11,0
12	30	3,00	10,0
13	90	9,35	10,4
14	90	9,25	10,3
15	90	9,30	10,3
16	90	9,10	10,1
17	60	6,60	11,0
18	20	2,15	10,8
19	110	11,45	10,4
20	80	8,50	10,6
21	10	1,10	11,0
22	120	12,20	10,2
23	30	3,20	10,7
24	10	1,05	10,5
25	70	6,80	9,7
26	100	11,00	11,0
27	60	5,98	10,0
28	70	7,30	10,4
<b>TOTAL</b>	<b>1930</b>	<b>202,75</b>	<b>10,5</b>
		<b>DS</b>	0,67
		<b>CV</b>	6,37
		<b>Min,</b>	8,26
		<b>Max,</b>	11,19

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Queso (kg)} \times 100 \%}{\text{Leche (l)}}$$

**Tabla 19.** Especificaciones técnicas del Cuajo Hansen “Tres Muñecas”

---

<b>Presentación</b>	Caja de 100 Sobres
<b>Apariencia</b>	Polvo color ámbar
<b>Materia Enzima</b>	La enzima activa de la coagulación de leche es <i>Rhizomucor miehei</i>
<b>Aplicación</b>	Conveniente para el proceso de todos los tipos de queso
<b>Como Usarlo</b>	Es recomendado a disolverse el cuajo en polvo en un vaso de agua fría, fresco y sin cloruro, El agua debe ser limpio con un pH pequeño de ácido a neutral, Agrega el cuajo disuelto inmediatamente a la leche mientras mezclándolo para 2-3 minutos, Es importante que el cuajo se distribuye bien en la leche,
<b>Dosificación</b>	1 tubo se cuaja 75 litros de leche,
<b>Almacenamiento</b>	Se almacena el Cuajo en Polvo “ <i>Tres Muñecas</i> ” en un lugar seco y fresco con una temperatura menos de 30 °C,
<b>Procedencia</b>	Dinamarca

---

chr - HANSEN