

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**“SELECCIÓN DE LECHE DE VACA PARA UHT APLICANDO SU  
PERFIL ANALÍTICO COMO MÉTODO PREDICTIVO”**

Presentado por:

**OSCAR ARTURO BARRERA PALACIOS**

**TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Lima - Perú

2019

---

La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación

(Art. 24. Reglamento de Propiedad Intelectual de la UNALM)

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**“SELECCIÓN DE LECHE DE VACA PARA UHT APLICANDO SU  
PERFIL ANALÍTICO COMO MÉTODO PREDICTIVO”**

Presentado por:

**OSCAR ARTURO BARRERA PALACIOS**

**TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

---

**Mg. Sc. Carlos C. Elías Peñafiel  
PRESIDENTE**

---

**Dr. Luis F. Vargas Delgado  
MIEMBRO**

---

**Dr. Edwin O. Baldeón Chamorro  
MIEMBRO**

---

**Dr. Milber O. Ureña Peralta  
ASESOR**

Lima - Perú

2019

## **DEDICATORIA**

A mis padres Oscar Barrera Solano y Delia Palacios Orna, quienes me enseñaron que lo mejor que puede heredar un hijo de sus padres es la educación. A ellos está dedicado el logro de cada una de mis metas profesionales.

## **AGRADECIMIENTOS**

- Al Dr. Milber Ureña, por todo su apoyo y paciencia con esta investigación. El creyó en mí en poder realizar este proyecto y se logró. Excelente persona, docente y asesor.
- A la Dra. Indira Betalleluz, por sus sabios consejos y apoyo moral en todo este camino de tesista. Siempre me dijo que siga para adelante y la escuché. Excelente persona, docente, investigadora y consejera.
- A todas las personas que contribuyeron tanto en el apoyo de los resultados y asesoramiento técnico. Especialmente a Carlos Meza, por su apoyo incondicional.

# ÍNDICE GENERAL

## RESUMEN

## *ABSTRACT*

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>2</b>
2.1.	LA LECHE.....	2
2.1.1.	DEFINICIÓN .....	2
2.2.	COMPOSICIÓN Y FACTORES QUE AFECTAN SU VARIACIÓN .....	3
2.2.1.	VARIACIÓN EN LA COMPOSICIÓN .....	4
2.2.2.	FACTORES GENÉTICOS .....	5
a.	RAZA .....	5
2.2.3.	FACTORES FISIOLÓGICOS .....	6
a.	ESTADO DE LACTANCIA.....	6
b.	EDAD Y NIVEL DE PRODUCCIÓN.....	7
c.	SALUD DE LA UBRE .....	8
2.2.4.	FACTORES AMBIENTALES .....	9
a.	ESTACIÓN .....	9
b.	TEMPERATURA .....	11
2.2.5.	FACTORES NUTRICIONALES.....	12
2.3.	CONTENIDO DE LACTOSA.....	13
2.4.	CONTENIDO PROTEICO .....	13
2.4.1.	CASEÍNA.....	16
a.	CASEÍNA ALFA ( $\alpha$ ) .....	16

b.	CASEÍNA BETA ( $\beta$ ) .....	17
c.	CASEÍNA KAPPA ( $\kappa$ ).....	17
2.4.2.	LA $\beta$ – LACTO GLOBULINA .....	17
2.4.3.	LA $\alpha$ – LACTO ALBÚMINA.....	18
2.5.	CONTENIDO LIPÍDICO.....	19
2.6.	CONTENIDO DE SÓLIDOS TOTALES.....	21
2.7.	PROPIEDADES FISICO QUIMICAS .....	22
2.7.1.	DENSIDAD.....	22
2.7.2.	ACIDEZ .....	22
2.7.3.	PUNTO DE CONGELACIÓN .....	24
2.8.	PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS .....	24
2.9.	TRATAMIENTO TÉRMICO .....	25
2.9.1.	TRATAMIENTO DE ULTRA ALTA TEMPERATURA O <i>ULTRA HIGH TEMPERATURE</i> (UHT) .....	25
a.	PRE-ESTERILIZACIÓN .....	25
b.	LIMPIEZA ASÉPTICA INTERMEDIA .....	25
c.	<i>CLEANING IN PLACE</i> (CIP) O LIMPIEZA <i>IN SITU</i> .....	26
2.9.2.	CAMBIOS EN LAS PROTEÍNAS .....	26
2.9.3.	CAMBIOS EN LAS GRASAS .....	26
2.10.	CALIDAD DE LA LECHE .....	27
2.10.1.	PRUEBA DE ALCOHOL.....	27
2.10.2.	CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS .....	28
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>31</b>
3.1.	DEFINICIONES OPERACIONALES .....	31
3.1.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN .....	31
3.1.2.	TIEMPO DE DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
3.1.3.	MATERIA PRIMA .....	32

3.1.4.	FLUJO DE OPERACIONES .....	32
a.	ORDEÑO .....	32
b.	ENFRIADO.....	33
c.	ALMACENAMIENTO.....	35
d.	DESPACHO.....	35
e.	TRANSPORTE .....	36
f.	RECEPCIÓN.....	36
3.2.	METODOLOGÍA .....	37
3.2.1.	RECOLECCIÓN DE MUESTRA.....	37
3.2.2.	MEDICIÓN DE PORCENTAJES DE GRASA, PROTEÍNA Y SÓLIDOS TOTALES .....	37
3.2.3.	ACIDEZ POR MÉTODO VOLUMÉTRICO .....	38
3.2.4.	PRUEBA DE ALCOHOL.....	39
3.2.5.	PRUEBA DE CAPILARIDAD.....	39
3.3.	DEFINICIÓN DE FLUJO DE ACTIVIDADES.....	41
a.	BÚSQUEDA Y SELECCIÓN .....	41
b.	EVALUACIÓN Y ANÁLISIS.....	42
c.	OBTENCIÓN DEL PERFIL ANALÍTICO .....	43
d.	VERIFICACIÓN DEL PERFIL ANALÍTICO.....	43
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>44</b>
4.1.	BÚSQUEDA Y SELECCIÓN .....	44
4.2.	EVALUACIÓN Y ANÁLISIS.....	44
4.2.1.	EVALUACIÓN DEL PARÁMETRO DE PORCENTAJE DE GRASA.....	44
4.2.2.	EVALUACIÓN DEL PARÁMETRO DE PORCENTAJE DE PROTEÍNA.....	46
4.2.3.	EVALUACIÓN DEL PARÁMETRO DE PORCENTAJE DE SÓLIDOS TOTALES .....	47
4.2.4.	EVALUACIÓN DEL PARÁMETRO PH .....	49

4.3.	OBTENCIÓN DEL PERFIL ANALÍTICO .....	51
4.3.1.	APLICACIÓN DEL PERFIL ANALÍTICO .....	52
4.3.2.	APLICACIÓN DEL PERFIL ANALÍTICO EN EL PARÁMETRO PORCENTAJE DE GRASA .....	52
4.3.3.	APLICACIÓN DEL PERFIL ANALÍTICO EN EL PARÁMETRO PORCENTAJE DE PROTEÍNA.....	53
4.3.4.	APLICACIÓN DEL PERFIL ANALÍTICO EN EL PARÁMETRO PORCENTAJE DE SÓLIDOS TOTALES .....	54
4.3.5.	APLICACIÓN DEL PERFIL ANALÍTICO EN EL PARÁMETRO PH.....	56
4.4.	VERIFICACIÓN DEL PERFIL ANALÍTICO .....	57
4.4.1.	VERIFICACIÓN DEL PERFIL ANALÍTICO EN ESTABLOS .....	57
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>60</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>61</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>62</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>69</b>



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Composición típica y propiedades físicas.....	3
Cuadro 2: Composición media representativa de la leche de vacas de las razas más comunes en el Perú .....	4
Cuadro 3: Composición de la leche de diferentes razas de ganado vacuno .....	5
Cuadro 4: Cambios en la composición de la leche asociados a elevados conteos de células somáticas (CCS) .....	8
Cuadro 5. Variación de los componentes de la leche debido a la mastitis subclínica.....	9
Cuadro 6. Porcentajes de sólidos totales, grasa y proteína según las épocas lluviosa y seca durante el año.....	10
Cuadro 7. Composición de las proteínas de la leche fresca.....	14
Cuadro 8: Composición de los aminoácidos esenciales de la leche fresca .....	15
Cuadro 9: Composición lipídica media de la leche .....	19
Cuadro 10: Requisitos microbiológicos de la leche de vaca .....	28
Cuadro 11: Requisitos de calidad higiénica de la leche de vaca .....	29
Cuadro 12: Calificación higiénica de la leche según el conteo de células somáticas .....	30
Cuadro 13: Cambios en la composición de la leche de vaca debido al conteo de células somáticas .....	30
Cuadro 14: Intervalos y frecuencias del parámetro porcentaje de grasa en leche fresca evaluados desde febrero a diciembre del 2018.....	44

Cuadro 15: Intervalos y frecuencias del parámetro porcentaje de proteína en leche fresca evaluados desde febrero a diciembre del 2018.....	46
Cuadro 16: Intervalos y frecuencias del parámetro porcentaje de sólidos totales en leche fresca evaluados desde febrero a diciembre del 2018 .....	48
Cuadro 17: Intervalos y frecuencias del parámetro pH en leche fresca evaluados desde febrero a diciembre del 2018.....	50
Cuadro 18: Perfil analítico de los parámetros fisicoquímicos porcentaje de grasa, proteína, sólidos totales y pH para la leche fresca.....	51
Cuadro 19: Intervalos y frecuencias del parámetro porcentaje de grasa en leche fresca aplicado durante el período de febrero a mayo del 2019.....	52
Cuadro 20: Intervalos y frecuencias del parámetro porcentaje de proteína en leche fresca aplicado durante el período de febrero a mayo del 2019.....	53
Cuadro 21: Intervalos y frecuencias del parámetro porcentaje de sólidos totales en leche fresca aplicado durante el período de febrero a mayo del 2019 .....	55
Cuadro 22 : Intervalos y frecuencias del parámetro pH en leche fresca aplicado durante el período de febrero a mayo del 2019 .....	56
Cuadro 23: Resultados de los análisis de porcentaje de grasa, proteína, sólidos totales y pH en leche fresca de los establos Huacho, Lecherito y Valera.....	57
Cuadro 24: Verificación del perfil analítico de leche fresca en los establos Huacho, Lecherito y Valera.....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Evolución de la composición de la leche en el curso de la lactación .....	7
Figura 2: El pH de la leche y del agua en función de la temperatura .....	23
Figura 3: Mapa de las provincias de Huaura, Lima y Cañete pertenecientes al departamento de Lima .....	31
Figura 4: Flujo de operaciones para la recepción de leche fresca .....	33
Figura 5: Curvas de enfriamiento de un tanque de dos ordeños.....	34
Figura 6: Curvas de enfriamiento de un tanque de cuatro ordeños .....	35
Figura 7: Flujo de actividades para la obtención y verificación del perfil analítico de características físico químicas de porcentaje de grasa, proteínas, sólidos totales y pH de leche fresca para el tratamiento UHT .....	42
Figura 8: Frecuencias relativas de los intervalos de porcentaje de grasa en leche fresca evaluados desde febrero a diciembre del 2018.....	45
Figura 9: Frecuencias relativas de los intervalos de porcentaje de proteína en leche fresca evaluados desde febrero a diciembre del 2018.....	47
Figura 10: Frecuencias relativas de los intervalos de porcentaje de sólidos totales en leche fresca evaluados desde febrero a diciembre del 2018 .....	48
Figura 11: Frecuencias relativas de los intervalos de pH en leche fresca evaluados desde febrero a diciembre del 2018.....	50
Figura 12: Frecuencias relativas de los intervalos del parámetro porcentaje de grasa en leche fresca aplicado durante el período de febrero a mayo del 2019 .....	53

Figura 13: Frecuencias relativas de los intervalos del parámetro porcentaje de proteína en leche fresca aplicado durante el período de febrero a mayo del 2019.....	54
Figura 14: Frecuencias relativas de los intervalos del parámetro porcentaje de sólidos totales en leche fresca aplicado durante el período de febrero a mayo del 2019 .....	55
Figura 15: Frecuencias relativas de los intervalos del parámetro pH en leche fresca aplicado durante el período de febrero a mayo del 2019 .....	57

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: RESULTADOS FISICOQUÍMICOS DEL PORCENTAJE DE GRASA EN LECHE FRESCA DESDE LOS MESES DE FEBRERO A DICIEMBRE DEL 2018.....	69
ANEXO 2: RESULTADOS FISICOQUÍMICOS DEL PORCENTAJE DE PROTEÍNA EN LECHE FRESCA DESDE LOS MESES DE FEBRERO A DICIEMBRE DEL 2018.....	72
ANEXO 3: RESULTADOS FISICOQUÍMICOS DEL PORCENTAJE DE SÓLIDOS TOTALES EN LECHE FRESCA DESDE LOS MESES DE FEBRERO A DICIEMBRE DEL 2018 .....	76
ANEXO 4: RESULTADOS FISICOQUÍMICOS DE PH EN LECHE FRESCA DESDE LOS MESES DE FEBRERO A DICIEMBRE DEL 2018.....	80
ANEXO 5: RESULTADOS FISICOQUÍMICOS DEL PORCENTAJE DE GRASA EN LECHE FRESCA APLICADOS DESDE LOS MESES DE FEBRERO A MAYO DEL 2019 .....	83
ANEXO 6: RESULTADOS FISICOQUÍMICOS DEL PORCENTAJE DE PROTEÍNAS EN LECHE FRESCA APLICADOS DESDE LOS MESES DE FEBRERO A MAYO DEL 2019 .....	87
ANEXO 7: RESULTADOS FISICOQUÍMICOS DEL PORCENTAJE DE SÓLIDOS TOTALES EN LECHE FRESCA APLICADOS DESDE LOS MESES DE FEBRERO A MAYO DEL 2019 .....	91
ANEXO 8: RESULTADOS FISICOQUÍMICOS DE PH EN LECHE FRESCA APLICADOS DESDE LOS MESES DE FEBRERO A MAYO DEL 2019 .....	95

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal obtener un perfil analítico para la selección de leches frescas para el proceso UHT a partir de sus parámetros fisicoquímicos en la etapa de recepción y como objetivo secundario verificar el perfil analítico a partir del ensayo de estabilidad térmica de capilaridad. Se tomaron datos de doce proveedores entre establos y acopiadores de las provincias de Lima como Cañete, Lima y Huaura. El trabajo se realizó en cuatro etapas. La primera etapa consistió en la búsqueda y selección de datos, por ello se tomaron sólo los resultados de los lotes que hayan sido capaces de no coagular luego de ejecutar la prueba de alcohol a 76°, estos lotes aprobados fueron seleccionados para el proceso UHT durante los meses de febrero a diciembre del 2018. En la segunda etapa, evaluación y análisis, se trabajaron en cuatro parámetros fisicoquímicos como son los porcentajes de grasa, proteína, sólidos totales y pH. En el análisis se buscó información normativa y científica para comparar lo obtenido y definir cada rango. En la tercera etapa, obtención del perfil analítico, se reunió todos los rangos de cada parámetro para definir el perfil total de la leche fresca para su selección para el proceso a UHT. En la última etapa, verificación del perfil analítico, se trabajó con tres establos del departamento de Lima, que fueron seleccionados al azar y permitieron reafirmar la aplicación del perfil basándose en el test de capilaridad que demuestra la capacidad a la resistencia térmica de la leche fresca a no coagular durante el proceso de UHT. Finalmente, se obtuvo el perfil analítico cuyos rangos son 3,28 – 4,16 en porcentaje de grasa; 2,52 – 3,27 en porcentaje de proteína; 11,11 – 12,77 en porcentaje de sólidos totales y 6,68 – 6,83 en pH.

**Palabras clave:** leche fresca, UHT, perfil analítico, test de alcohol, prueba de capilaridad.

## ***ABSTRACT***

The present research work had as main objective to obtain an analytical profile for the selection of fresh milks for the UHT process from its physicochemical parameters in the reception stage and as a secondary objective to verify the analytical profile from the thermal stability test of capillarity. Data were taken from twelve suppliers between stables and collectors in the provinces of Lima such as Cañete, Lima and Huaura. The work was done in four stages. The first stage consisted of the search and selection of data, so only the results of the lots that were able to not coagulate after executing the alcohol test at 76 ° were taken, these approved lots were selected for the UHT process during the months of February to December 2018. In the second stage, evaluation and analysis, four physicochemical parameters were worked on, such as the percentages of fat, protein, total solids and pH. The analysis looked for normative and scientific information to compare what was obtained and define each range. In the third stage, obtaining the analytical profile, all the ranges of each parameter were gathered to define the total profile of fresh milk for selection for the UHT process. In the last stage, verification of the analytical profile, we worked with three stables in the department of Lima, which were randomly selected and allowed to reaffirm the application of the profile based on the capillarity test that demonstrates the thermal resistance capacity of fresh milk not to coagulate during the UHT process. Finally, the analytical profile was obtained whose ranges are 3,28 – 4,16 in percentage of fat; 2,52 – 3,27 percent protein; 11,11 – 12,77 in percentage of total solids and 6,68 – 6,83 in pH.

**Keywords:** fresh milk, UHT, analytical profile, alcohol test, capillarity test.

## I. INTRODUCCIÓN

El consumo de leche per cápita de leche y productos lácteos en el Perú es de 87 kg/persona/año, sin embargo, la FAO recomienda que el consumo debe ser 120 kg/persona/año. (MINAGRI, 2018). Comparando al Perú, según el informe de Gestión (2018), con otros países de la región, Uruguay tiene un consumo per cápita de 240 litros/persona, Brasil con 170 litros/persona y Argentina con 201 litros/persona.

Antes de este objetivo de consumo de leche, el Perú había desarrollado el Plan Nacional de Desarrollo Ganadero (MINAGRI, 2018), donde propuso como meta una producción nacional de leche cruda de 2,7 millones de toneladas, con un rendimiento nacional promedio de 7,2 y 9,8 kg/vaca/día y un consumo per cápita de 96 y 120 kg/persona/año.

Las industrias lecheras ofrecen diversos productos al mercado como yogur, quesos, leches pasteurizadas, leches UHT, este es un producto que ha sido sometido a altas temperaturas con la finalidad de eliminar casi el total de los microbios y enzimas sin alterar el contenido nutricional de la leche. Sin embargo, no todas las leches frescas pueden ser utilizadas para UHT. Según Bylund (2003), la leche ácida tiene una pobre estabilidad térmica, sedimentación de proteínas en el fondo de los envases. Por ello, existe una prueba de estabilidad al proceso. Según Periago (2009), citado por De la Sota (2016), la prueba de alcohol permite saber si la leche es capaz de resistir procesos térmicos.

Alais (1988), menciona que la leche, como materia prima, presenta características muy variables afectadas por distintos factores como: alimentación de las vacas, edad y raza del animal, estado de salud del mismo, número de reproducciones, etc.

El objetivo principal fue establecer el perfil analítico de la leche de vaca con fines de procesamiento UHT.



## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. LA LECHE**

#### **2.1.1. DEFINICIÓN**

Desde el punto de vista legal, INDECOPI (2003), bajo la Norma Técnica Peruana NTP 202.001, define a la leche como el producto íntegro de la secreción mamaria normal sin adición ni sustracción alguna y que ha sido obtenida mediante el ordeño. Además, la designación de “leche”, sin especificación de la especie productora, corresponde exclusivamente a la leche de vaca. A las leches obtenidas de otras especies les corresponde, la denominación de leche, pero seguida de la especificación del animal productor.

Desde el punto de vista fisicoquímico, la leche es una emulsión de materia grasa, en forma globular, en un líquido que presenta analogías con el plasma sanguíneo. Este líquido es, asimismo, una suspensión de materias proteicas en un suero constituido por una solución verdadera que contiene, principalmente lactosa y sales minerales (Alais, 1988)

Nutricionalmente, Agudelo y Bedoya (2005), definen a la leche como un alimento próximo a la perfección. Su principal proteína, la caseína, contiene aminoácidos esenciales. Fernández *et al.* (2014) menciona que la leche de vaca proporciona una gran cantidad de proteínas fácilmente digeribles y de alto valor biológico. Además, la leche de vaca entera tiene cantidades significativas de algunas proteínas hidrosolubles y liposolubles. Un porcentaje elevado de los requerimientos de vitamina B12, riboflavina (vitamina B2), vitamina A, niacina y piridoxina (vitamina B1) se cubren con el consumo de leche recomendado según la edad.

## 2.2. COMPOSICIÓN Y FACTORES QUE AFECTAN SU VARIACIÓN

Agudelo y Bedoya (2005), explican que la leche es una mezcla de distintas sustancias presentes en suspensión o emulsión y otras en forma de solución verdadera y presenta sustancias definidas: agua, grasa, proteína, lactosa, vitaminas, minerales; a las cuales se les denomina extracto seco o sólidos totales. Éstos varían por múltiples factores como la raza, el tipo de alimentación, el medio ambiente y el estado sanitario de la vaca.

Adicionalmente, Alais (1988), explica que la leche es una mezcla de sustancias como lactosa, glicéridos de ácidos grasos, caseínas, albúminas, sales, y desde el punto de vista físico, coexisten estados de emulsión, suspensión y solución.

**Cuadro 1: Composición típica y propiedades físicas**

<b>Componente</b>	<b>Composición gramos por litro</b>	<b>Estado físico de los componentes</b>
<b>Agua</b>	905	Agua libre (disolvente) + agua ligada (3,7 por ciento)
<b>Glúcidos: Lactosa</b>	49	
<b>Lípidos</b>	35	
Materia grasa propiamente dicha	34	Emulsión de los glóbulos grasos (3 a 5 micras)
Lecitina (fosfolípidos)	0,5	
Parte insaponificable (esteroles, carotenos, tocoferoles)	0,5	
<b>Prótidios</b>	34	Suspensión micela de fosfocaseinato de cal (0,08 a 0,12 micras)
Caseína	27	
Prótidios “solubles” (globulinas, albúminas)	5,5	Solución (coloidal)
Sustancias nitrogenadas no proteicas	1,5	Solución (verdadera)
<b>Sales</b>	9	Solución o estado coloidal (P y Ca)
Del ácido cítrico (en ácido)	2	Sales de K, Ca, Na, Mg, etc
Del ácido fosfórico (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	2,6	
Del ácido clorhídrico (NaCl)	1,7	
<b>Componentes diversos (vitaminas, enzimas, gases disueltos)</b>	trazas	
<b>Extracto seco (total)</b>	127	
Extracto seco desengrasado	92	

FUENTE: Tomado de Alais (1988)

### 2.2.1. VARIACIÓN EN LA COMPOSICIÓN

Según Alais (1988), existen cinco principales factores de variación en la composición, los cuales son: factores fisiológicos, evolución en el ciclo de lactación; factores alimenticios, influencia en el nivel energético y de la composición de la ración; factores climáticos, estación y temperatura; factores genéticos, variaciones raciales e individuales y efecto de la selección; y, por último, factores zootécnicos, especialmente de la forma de ordeño.

Adicionalmente, Zavala (2005), explica que hay diferencias en la composición de acuerdo a las diferentes razas vacunas destinadas a la producción de lechera las cuales pertenecen a la especie *Bos Taurus*: Jersey, Brown Swiss, Holstein, Simmental, Normanda, etc. A continuación, se observa el Cuadro 2, con datos de la composición según la raza vacuna.

**Cuadro 2: Composición media representativa de la leche de vacas de las razas más comunes en el Perú**

<b>Raza</b>	<b>Agua (%)</b>	<b>Grasa (%)</b>	<b>Proteínas (%)</b>	<b>Lactosa (%)</b>	<b>Cenizas (%)</b>	<b>Sólidos Totales (%)</b>
<b>Jersey</b>	85,47	5,05	3,78	5,00	0,70	14,53
<b>Brown Swiss</b>	86,87	3,85	3,48	5,08	0,72	13,13
<b>Holstein</b>	87,72	3,41	3,32	4,87	0,68	12,28

FUENTE: Tomado de O.R. Fenemma (1982), citado por Zavala (2005)

Como se observa en el Cuadro 2, hay diferencias en los valores de porcentaje de grasa, demostrando que la raza Jersey presentó el valor más alto, y, por otro lado, el porcentaje de sólidos totales, donde la raza Holstein tuvo el valor más bajo.

Agudelo y Bedoya (2005), mencionaron que los sólidos totales o extracto seco varían por múltiples factores como la raza, tipo de alimentación, el medio ambiente y el estado sanitario de las vacas.

## 2.2.2. FACTORES GENÉTICOS

### a. RAZA

Alvarado (2018), menciona que los rendimientos de vacas lecheras (productivos, reproductivos y sanitarios) son muy variables en función de la raza y la estrategia de alimentación empleada. Elegir el tipo de raza que más se adecua al sistema productivo seleccionado resulta esencial para el ajuste entre los aportes y la demanda alimentaria a lo largo de la toda la curva de lactación.

En diferentes estudios según Buckley *et al.* (2000) y Kennedy *et al.* (2003), citado por Alvarado (2018), se ha comparado el efecto genético de los animales sobre la producción de leche. Con una alimentación idéntica, se ha visto que las vacas consideradas de alto potencial genético de raza Holstein – Friesian producen más leche que aquellas de potencial genético medio. Esta diferencia es debida, fundamentalmente, a una distinta ingestión de materia seca y a un diferente reparto de la energía necesaria para la producción de leche y el mantenimiento del animal, y a la diferente capacidad de movilizar y reconstituir sus reservas corporales en función del potencial genético de los animales.

En el siguiente Cuadro 3, se observa la composición de porcentajes de grasa, proteína total, proteína real y sólidos en la leche fresca según el tipo de raza de vaca.

**Cuadro 3: Composición de la leche de diferentes razas de ganado vacuno**

Raza	Porcentaje de Grasa	Porcentaje de Proteína Total	Porcentaje de Proteína Real	Porcentaje de Sólidos
Ayrshire	3,80	3,31	3,12	12,69
Brown Swiss	3,98	3,52	3,33	12,84
Guernsey	4,46	3,47	3,28	13,76
Holstein	3,64	3,16	2,97	12,24
Jersey	4,64	3,73	3,54	14,04
Milking Shorthorn	3,59	3,26	3,07	12,46

FUENTE: Tomado de Oklahoma Cooperative Extension Service (2013), citado por Alvarado (2018)

Según Amiot (1991), la raza Holstein posee niveles de sólidos más bajos si se compara con otras razas como Jersey que registra mayor composición. Por otro lado, Imagawa *et al.* (1994), citado por Viera (2013), indicó que la raza constituye uno de los factores más

relevantes a considerar en la composición de la leche, puesto que la grasa y proteína son caracteres genéticos con alta heredabilidad. Según Mercier y Vilotte (1993), citado por Viera (2013), mencionaron que la heredabilidad estimada para la producción de leche es relativamente baja (0,25), sin embargo, la heredabilidad estimada para la composición de la leche es bastante alta (0,50). Velama *et al.* (1993), citado por Viera (2013), indicó que el pago de la leche está basado en el nivel de los sólidos, se debe enfocar la selección de sementales basado en el rendimiento de grasa más proteína láctea, lo que resultará no solo en un incremento en producción de leche sino también en mayores porcentajes de grasa y proteína (sólidos) y en sus rendimientos individuales.

### **2.2.3. FACTORES FISIOLÓGICOS**

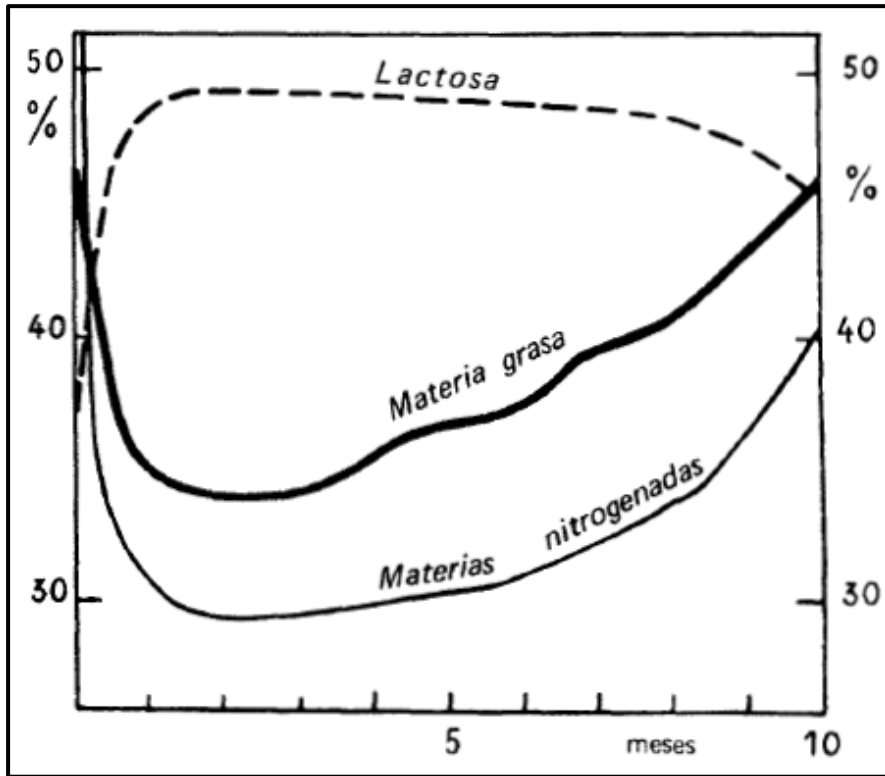
#### **a. ESTADO DE LACTANCIA**

Generalmente existe una relación inversa entre el rendimiento lechero y los porcentajes de grasa y proteína de la leche. Los porcentajes de grasa y proteína de la leche son mínimos cuando la lactación es máxima, y después aumentan gradualmente hasta el final de la lactación. El contenido de lactosa muestra un descenso muy ligero hacia el final de la lactación y el contenido de ceniza va en aumento según avanza la lactación (Schmit y Van Vleck, 1996; citado por Alvarado, 2018).

Según Akers (1990), citado por Viera (2013), el primer tercio de lactación y concomitante con el pico de lactancia, se registran las menores concentraciones de grasa, proteínas y sólidos totales de la leche, situación que se invierte al final de la lactancia.

Según Alais (1988), es preciso un determinado tiempo tras el parto de 20 a 25 días para que el animal se encuentre en plena capacidad de producción de leche y lactosa, la producción de materias nitrogenadas totales alcanza inmediatamente su valor máximo, Para la caseína y las materias grasas, el máximo se alcanza hacia el décimo día de la lactación. La curva de producción de lactosa es similar a la de la producción de leche; por el contrario, las curvas de producción de materias nitrogenadas y grasas son muy diferentes.

En consecuencia, Alais (1988), mencionó que la concentración de estos dos últimos componentes en la leche, materia grasa y nitrogenadas, decrece rápidamente durante el primer mes, como se observa en la Figura 1.



**Figura 1: Evolución de la composición de la leche en el curso de la lactación**

FUENTE: Tomado de Alais (1988)

En la Figura 1, Alais (1988), indicó que la leche se enriquece al final de la lactación; este enriquecimiento se evidencia a partir del quinto mes de iniciarse ésta etapa. La curva de las concentraciones en lactosa evoluciona de manera muy diferente; tras una subida rápida en el curso del primer mes, se vuelve sensiblemente horizontal.

## **b. EDAD Y NIVEL DE PRODUCCIÓN**

Las vacas más viejas producen más leche. Considerando una vaca adulta aquella que tiene seis años, indica que los niveles de producción de leche son el 75, 85, 92 y 98 por ciento para las vacas de dos, tres, cuatro y cinco años respectivamente. (Schmidt y Van Vleck, 1974; citado por Viera, 2013). Los rendimientos de grasa, proteínas y sólidos totales son altos y positivamente correlacionados con la producción de leche. Sin embargo, los valores

porcentuales de los mismos en la composición de la leche disminuyen en la misma proporción (Beeyer *et al.*, 1991; citado por Viera, 2013).

**c. SALUD DE LA UBRE**

Existen cambios en los componentes de la leche debido a los niveles elevados de células somáticas, así como se observa en el Cuadro 4. Se encontró una reducción en el contenido de grasa, proteína y sólidos totales (Armenteros, 1998; citado por Viera, 2013).

**Cuadro 4: Cambios en la composición de la leche asociados a elevados conteos de células somáticas (CCS)**

<b>Componentes</b>	<b>Leche normal</b>	<b>Leche con elevado CCS</b>	<b>Porcentaje de variación</b>
<b>Porcentaje de Sólidos Totales</b>	12,4	12,0	3,2
<b>Porcentaje de Grasa</b>	3,5	3,2	8,6
<b>Porcentaje de Proteína</b>	3,6	3,2	11,0

FUENTE: Tomado de Armenteros (1998), citado por Viera (2013)

Otro punto a tomar en cuenta es la mastitis subclínica, ya que ésta afecta la calidad de la leche disminuyendo el contenido de grasa en una variación entre 8,8 a 11,8 por ciento y el contenido de lactosa en un 10,8 a 19,1 por ciento, cuyo descenso está asociado a la producción de leche. También se disminuye el porcentaje de proteína láctea verdadera que pasa a ser sustituida por proteína sanguínea filtrada hacia la leche debido al proceso inflamatorio (Miralles, 2003; citado por Viera, 2013).

En el Cuadro 5, se observa la variación de los componentes de la leche debido a la mastitis subclínica según el grado de calificación “1+” y “>2”.

**Cuadro 5. Variación de los componentes de la leche debido a la mastitis subclínica**

<b>Componentes</b>	<b>Leche normal</b>	<b>Mastitis subclínica (CMT 1+)</b>	<b>Mastitis subclínica (CMT &gt;2)</b>	<b>Variación total porcentual</b>
<b>Porcentaje de Proteína</b>	3,2	3,2	3,2	0
<b>Porcentaje de Grasa</b>	3,4	3,1	3,0	8,8 – 11,8
<b>Porcentaje de Lactosa</b>	4,7	4,2	3,8	10,8 – 19,1
<b>Porcentaje de Sólidos Totales</b>	12	11,3	10,8	5,8 – 10,0

FUENTE: Tomado de Miralles (2003), citado por Viera (2013)

#### **2.2.4. FACTORES AMBIENTALES**

##### **a. ESTACIÓN**

Según Santos (1996), citado por Alvarado (2018), la época del año influye en la riqueza de la leche en materia grasa y sólidos totales que son mínimas durante el verano y máximas al final del otoño. Camerón (2004), citado por Viera (2013), observó que existe una disminución del contenido proteico a medida que desciende la temperatura en primavera y verano. En consecuencia, los niveles de sólidos totales disminuían. Estos resultados indican la importancia de la temperatura mínima en época seca, que origina un mayor desgaste de energía por parte de los animales para regular su temperatura corporal, y produce una baja en la producción de leche y grasa.

Schmit y Van Vleck (1996), citado por Alvarado (2018), mencionaron que las vacas que paren durante el otoño alcanzan su producción máxima en invierno, cuando suelen ser mejores la alimentación y manejo.



La influencia de la estación se debe a los efectos combinados de la alimentación, los factores climáticos y el estado de lactación de las vacas. El efecto global se traduce en una producción máxima en primavera y mínima en verano, según la influencia de la estación en la que se ha producido el parto (Luquet, 1991; citado por Viera, 2013).

Geldres (1998), citado por Viera (2013), estudió la influencia del medio ambiente en Cajamarca sobre las lactaciones de vacas Holstein y Brown Swiss alimentadas al pastoreo, suplementadas con concentrado comercial. Las producciones diarias de las vacas Brown Swiss en la época lluviosa fue de 16,7 Kg y en la época seca fue de 15,3 Kg. Asimismo, las producciones diarias de las vacas Holstein en la época lluviosa fue de 13,1 Kg y en época seca 11,9 Kg.

Castro (2007), en un estudio realizado en Cajamarca durante los meses de enero a octubre del 2005, encontró que los porcentajes de sólidos totales, grasa y proteína varían según la raza y época lluviosa o seca. En el Cuadro 6, se observa los valores encontrados.

**Cuadro 6. Porcentajes de sólidos totales, grasa y proteína según las épocas lluviosa y seca durante el año**

Raza	Porcentaje de Sólidos Totales		Porcentaje de Grasa		Porcentaje de Proteína	
	Época Lluviosa	Época Seca	Época Lluviosa	Época Seca	Época Lluviosa	Época Seca
<b>Brown Swiss</b>	11,89	12,39	2,73	3,20	2,80	2,90
<b>Holstein</b>	12,64	12,50	3,12	3,11	2,70	2,84
<b>Jersey</b>	13,77	14,25	4,29	4,73	3,22	3,15
<b>Promedio</b>	12,76	13,07	3,38	3,68	2,91	2,96

FUENTE: Tomado de Castro (2007)

Castro (2007), consideró en el Cuadro 6, que la época lluviosa corresponde a los meses enero, febrero, marzo y abril y la época seca a mayo, junio, julio, agosto, setiembre y octubre en la ciudad de Cajamarca. Castro (2007) concluyó que las vacas de raza Jersey produjeron mayor contenido de sólidos totales, grasa y proteína en la leche, comparada a las vacas de raza Brown Swiss y Holstein, en la época lluviosa y seca, pero éstas produjeron contenidos similares de sólidos totales, grasa y proteína tanto en época lluviosa y seca.

## **b. TEMPERATURA**

Temperaturas comprendidas entre 4,5 y 24,0 °C no influyen sobre la producción lechera de la mayoría de los animales lecheros. En este margen (conocida como zona de confort) no intervienen directamente procesos corporales para mantener la temperatura normal. Cuando es inferior a 4,5 °C, no se produce efectos sobre la producción de leche si se proporciona alimento extra. El contenido en grasa de la leche, así como el porcentaje de sólidos no grasos y sólidos totales aumenta al descender la temperatura (Schmit y Van Vleck, 1996; citado por Alvarado, 2018).

La elevación de temperatura ambiental hace que se incremente el ritmo respiratorio, mecanismo primordial para la disipación del calor por las razas de ganado lechero de origen europeo. El calor producido por los animales lactantes es aproximadamente el doble que el de las vacas no lactantes. La producción de leche y el consumo de alimento se reducen automáticamente, tratando de disminuir la producción de calor en el cuerpo, cuando la temperatura se eleva. De hecho, la disminución del apetito es la causa primordial de la baja de los rendimientos de leche. La tensión provocada por el calor afecta más a las vacas de alta producción y es especialmente dañina en el punto máximo de lactancia. (Schmidt y Vleck, 1974; citado por Viera, 2013).

Cuanto mayor es el nivel de producción, más sensible es el animal al estrés térmico y, por lo tanto, más marcada la disminución de su rendimiento. En las vacas tipo Holstein americano de alta producción (más de 24 litros por día), el rendimiento de leche puede disminuir hasta un 25 por ciento. La raza Jersey y sus cruza son más resistentes a las altas temperaturas. Dato que es de interés para ser tomado en cuenta en posibles planteos de cruzamientos para producción de leche en zonas cálidas (Echevarría y Restrepo, 2009; citado por Alvarado, 2018).

Cundo la temperatura aumenta, se produce una disminución de la producción de leche en las vacas que conforman la gran mayoría de los hatos, por cuanto las condiciones ambientales se encuentren fuera del rango de confort para este tipo de animales. Sin embargo, no sólo la producción se afecta. La composición de la leche también sufre los efectos de las altas temperaturas. El estrés térmico altera los contenidos de grasa, proteína, lactosa, calcio y potasio (Echevarría y Restrepo, 2009; citado por Alvarado, 2018).

### **2.2.5. FACTORES NUTRICIONALES**

Según Perfield y Bauman (2005), citado por Viera (2013), mencionaron que la nutrición es el factor que más afecta a la grasa de la leche. Este parámetro puede verse alterado debido a las características físicas del forraje tales como el tamaño del picado, molido o peletizado o uso de ionóforos tales como rumensin.

Si la cantidad de alimento es reducida en forma brusca y temporal, provoca un descenso en la producción y aumento en el extracto seco de la leche; el contenido de grasa sólo disminuye si se reduce simultáneamente los carbohidratos y el material nitrogenado, y si el contenido tiene insuficiencia o ausencia de celulosa en el régimen de vegetales verdes tiernos y concentrados provoca un descenso en el contenido graso, debido a que la fermentación del rumen es defectuosa y disminuye la producción de ácido acético y otros ácidos volátiles principales formadores de los ácidos grasos (Santos, 1996; citado por Alvarado, 2018).

Las raciones bajas en forraje (fibra) producen una disminución del acetato en relación al propionato y la declinación del contenido de grasa en la leche. Si las raciones contienen menos de 50 por ciento de forraje o menos del 19 por ciento de fibra detergente ácida (FDA), o menor a 21 por ciento de fibra detergente neutra (FDN), el porcentaje de grasa y sólidos totales será bajo (Church, 1974; citado por Viera, 2013).

El contenido de grasa puede incrementarse mediante la alimentación, los aumentos suelen ser temporales y poco prácticos para los ganaderos. Los alimentos ricos en grasa, tales como las semillas de lino, de algodón y el sebo aumenta el contenido graso de la leche, sin embargo, el consumo de aceite de hígado de bacalao determina un descenso acentuado de contenido graso de la leche (Schmidt y Vleck, 1996; citado por Alvarado, 2018).

La composición de la leche especialmente la grasa, la proteína, el contenido de nitrógeno de urea en la leche, y la concentración de cuerpos cetónicos proporciona información adecuada acerca de la energía y de la proteína de alimentación, la fracción de fibra en la dieta, y los desequilibrios metabólicos en vacas lecheras. Un déficit de energía reduce la velocidad a la que se sintetiza la proteína bacteriana, lo que resulta en una reducción de la concentración de proteína de la leche, la ingesta de fibra en relación con los concentrados se refleja en el contenido de grasa de la leche (Brandt *et al.*, 2010; citado por Alvarado, 2018).

### **2.3. CONTENIDO DE LACTOSA**

Según Walstra *et al.* (2001), la lactosa es un disacárido compuesto por D-glucosa y D-galactosa. El grupo aldehídico de la galactosa está unido al grupo C-4 de la glucosa mediante un enlace  $\beta$ -1, 4-glicosídico. Está formada por la acción conjunta de la N – galactosiltransferasa y la alfa – lactoalbúmina (lactactosintetasa) para formar la unión glucosa – galactosa; la glucosa llega a la ubre por la sangre.

Alais (1988), menciona que en la leche de vaca el contenido de lactosa varía poco, entre 48 a 50 g/l. Para Varnan y Sutherland (1995), citado por Guerreo (2010), reportaron valores de 4,1 a 5 por ciento.

Meyer (1990), citado por Guerrero y Rodríguez (2010), menciona que las bacterias lácticas pueden transformar la lactosa en ácido láctico. Esta acidificación no es deseable para la leche de consumo, pero en la obtención de productos lácteos, como yogurt, mantequilla y queso, el ácido láctico ejerce una acción conservadora.

### **2.4. CONTENIDO PROTEICO**

Según Alais (1988), el contenido de proteína está en el rango de 3 a 4 por ciento del peso total. Por otro lado, Vargas (1999), menciona que los niveles de proteína se encuentran en un 2,50 a 3,50 por ciento.

Alais (1988), explica que éstas proteínas se subdividen en caseínas (80 por ciento) y proteínas del suero (20 por ciento). Ordoñez (1998), citado por Guerrero y Rodríguez (2010), menciona que la clasificación que las proteínas lácticas son caseínas, proteínas de glóbulos grasos y proteínas del suero, constituidas por  $\beta$  – lacto globulina,  $\alpha$  – lacto albúmina, enzimas, inmunoglobulinas, etc.

Los niveles de proteína en la leche de vaca se encuentran en un 2,50 a 3,50 por ciento. Este nutriente le da el color característico a la leche y se encuentra formando un sistema coloidal estable asociado al calcio, fósforo y magnesio. Está constituido por 78,0 por ciento de caseína en sus formas Alfa, Beta y Kappa; 17 por ciento son proteínas del suero, como son Alfa y Beta lactoglobulina, inmunoglobulina y seroalbúmina y 5,0 por ciento son sustancias nitrogenadas no proteicas como urea, aminoácidos libres. Las proteínas de la leche se

sintetizan en su mayor parte en la glándula mamaria excepto la seroalbúmina y la inmunoglobulina que proviene de la sangre (Vargas, 1999).

Bylund (2003), detalla la composición de las proteínas de la leche como se observa en el Cuadro 7.

**Cuadro 7. Composición de las proteínas de la leche fresca**

<b>Componente</b>	<b>Concentración en la leche g/kg</b>	<b>Porcentaje de proteína total (p/p)</b>
<b>Caseína</b>		
<b><math>\alpha</math>-1 caseína</b>	10,0	30,6
<b><math>\alpha</math>-2 caseína</b>	2,6	8,0
<b><math>\beta</math> caseína</b>	10,1	30,8
<b><math>\kappa</math> caseína</b>	3,3	10,1
<b>Total caseína</b>	26,0	79,5
<b>Seroproteínas</b>		
<b><math>\alpha</math> lacto albúmina</b>	1,2	3,7
<b><math>\beta</math> lacto globulina</b>	3,2	9,8
<b>Albumina del suero</b>	0,4	1,2
<b>Inmunoglobulinas</b>	0,7	2,1
<b>Otras (peptonas – proteasa)</b>	0,8	2,4
<b>Proteína Total</b>	32,7	100

FUENTE: Tomado de Bylund (2003)

Ordoñez (1998), citado por Guerrero y Rodríguez (2010), explican que las proteínas lácticas se encuentran distribuidas en micelas de unas 100 milimicras de diámetro, formando un sistema coloidal altamente estable, sensible solo a las disminuciones de pH. Alais (1988), mencionó que una de las principales causas de inestabilidad de las micelas es la acidificación de la leche, lo cual provoca la destrucción de las micelas sin fraccionar la caseína, cuya precipitación es total hacia pH igual a 4,7.

Los aminoácidos que componen las proteínas de la leche son 19, entre los cuales algunos son hidrocarburos alifáticos y otros tienen grupos funcionales adicionales. (Amiot, 1991). Las propiedades de las proteínas dependen de las proporciones de aminoácidos

pertenecientes a diferentes categorías, según el tipo de cadena lateral. Se pueden encontrar grupos alcohol, sulfhidrilo, básicos, ácidos, amido y aromático. Éstas funciones darán origen a las diversas propiedades que caracterizan y diferencian a las proteínas (Zavala, 2005). Se observa el Cuadro 8 con la composición de los aminoácidos esenciales de la leche fresca.

**Cuadro 8: Composición de los aminoácidos esenciales de la leche fresca**

<b>Aminoácido esencial</b>	<b>Proteínas de la leche Entera (mg/g proteína)</b>	<b>Proteínas del suero (mg/g proteína)</b>	<b>Caseína (mg/g proteína)</b>
<b>Isoleucina</b>	112	117	119
<b>Leucina</b>	199	234	179
<b>Lisina</b>	168	191	160
<b>Fenilalanina</b>	104	82	98
<b>Tirosina</b>	106	62	123
<b>Metionina</b>	51	35	55
<b>Cisteína</b>	9	23	6
<b>Treonina</b>	89	103	96
<b>Triptófano</b>	42	57	33
<b>Valina</b>	123	98	140

FUENTE: Tomado de Zavala (2005)

Zavala (2005), indicó que la principal deficiencia de las proteínas de la leche es su contenido de cisteína y metionina. El aminoácido limitante es aquel aminoácido que se encuentra en cantidad insuficiente en la proteína (Suárez *et al.*, 2006). En la revista *Vive Sano* (2010), mencionó, que la metionina es un aminoácido esencial y antioxidante de gran alcance y una buena fuente de azufre, ayuda a la descomposición de la grasa en el hígado y las arterias, que pueden obstruir el flujo sanguíneo a el cerebro, corazón y riñones. La cisteína funciona como un antioxidante de gran alcance en la desintoxicación de toxinas dañinas. Protege el cuerpo contra el daño por radiación, protege el hígado y el cerebro de daños causados por el alcohol, las drogas y compuestos tóxicos.

### **2.4.1. CASEÍNA**

Según Walstra *et al.* (2001), las caseínas son hidrofóbicas; tienen una carga bastante elevada, muchos residuos de prolina y pocos de cisteína. Alais (1988), señaló que la caseína es un complejo proteico, fosforado, de carácter ácido, que, precipita a pH 4,6.

Constituye cerca del 80 por ciento del nitrógeno total de la leche de vaca. La caseína es una fosfo-proteína, conteniendo, en su molécula ácido fosfórico. Al pH de la leche, alrededor de 6,6, está presente como caseinato de calcio. Cuando la acidez de la leche se incrementa, por acción de la adición de ácido o por acidificación natural, el ácido remueve el calcio y el fosfato del caseinato de calcio, transformándolo en caseína. La caseína se coagula cuando el pH desciende a 5,2 y es menos soluble en su punto isoeléctrico (pH 4,6). La coagulación se reconoce como por la formación de la cuajada. (Vargas, 1999).

La caseína precipitada puede tornarse nuevamente soluble por la adición de calcio o una base, por el cambio del pH más allá del punto isoeléctrico. De hecho, la caseína se purifica por su precipitación con ácido y disolución con bases varias veces. A pesar que la caseína no se coagula comúnmente en el hervido, podrá haber coagulación, si la leche estuviera ligeramente ácida o si se emplean temperaturas elevadas. Así la leche fresca ligeramente ácida tiene tendencia a coagular. La coagulación por calor representa un problema en las leches evaporadas (Vargas, 1999).

Según Madrid (2017), la caseína  $\alpha$  se encuentra en el rango de 38 – 42 por ciento, caseína  $\beta$  entre un 34 – 36 por ciento, la caseína  $\kappa$  entre un 14 – 16 por ciento y por último otros tipos de caseína en un rango de 9 – 1 por ciento.

Walstra *et al.* (2001), mencionó que la caseína es bastante termorresistente. Únicamente calentando a temperaturas superiores a 120°C la caseína se va insolubilizando lentamente. El descenso del pH de la leche reduce considerablemente su estabilidad térmica.

#### **a. CASEÍNA ALFA ( $\alpha$ )**

Alais (1988), afirmó que es la caseína más móvil, rica en fósforo y abundante. Su propiedad más señalada es la de ser insoluble ante cantidades mínimas de calcio ionizado (ejemplo a 0,03 M), lo mismo a baja temperatura (0°C) y temperaturas medias (20 a 40 °C).

## **b. CASEÍNA BETA ( $\beta$ )**

Caseína con peso molecular comprendido entre 24200 a 25000 (mismo orden al de la caseína  $\alpha$ ). Se encuentra desprovista de glúcidos y cistina. No es sensible al calcio más que por encima de los 20°C, a baja temperatura permanece en solución. Contiene menos fósforo, su punto isoeléctrico es más elevado y su movilidad electroforética es más débil (Alais, 1988).

Según Walstra *et al.* (2001), la caseína  $\beta$  es la más hidrofóbica, y contiene un gran número de residuos de prolina.

## **c. CASEÍNA KAPPA ( $\kappa$ )**

Según Walstra *et al.* (2001), es muy distinta del resto de caseínas. Sólo contiene dos residuos de cisteína capaces de formar puentes disulfuro intermoleculares, y por esta razón, la caseína  $\kappa$  se encuentra en la leche en forma de oligómeros que contienen 5 – 11 monómeros.

La caseína  $\kappa$  se asocia también fuertemente para formar micelas que contienen más de 30 moléculas, entre las que se incluyen grupos carbohidratos protuberantes. La asociación se parece de alguna forma a la de las caseínas  $\beta$ . Entre las moléculas hay grandes diferencias en el contenido de carbohidratos (Walstra *et al.*, 2001).

### **2.4.2. LA $\beta$ – LACTO GLOBULINA**

Walstra *et al.* (2001), afirmó que es una proteína muy hidrofóbica (hidrofobocidad media igual a 5,1), igual que la caseína, pero no contiene ésteres fosfato y sólo una pequeña cantidad de prolina.

Alais (1988) explicó que, a temperatura ordinaria, la  $\beta$  – lacto globulina, no parece ligarse a otras fracciones proteicas, por el contrario, forma un complejo con la caseína kappa. Este complejo es más estable que sus componentes separados. El enlace se hace por un puente disulfuro.

Su solubilidad es muy dependiente del pH y de la fuerza iónica, pero no precipita por acidificación de la leche. No es soluble en agua pura (Walstra *et al.*, 2001)



Alais (1988) afirmó que la  $\beta$  – lacto globulina es el principal portador de grupos sulfhídricos, que se modifican o separan en el curso de la desnaturalización y que intervienen en la formación del “sabor a cocido” de la leche calentada.

Si la leche se calienta por encima de los 60 °C comienza la desnaturalización donde la reactividad del aminoácido sulfurado de la  $\beta$  – lacto globulina juega un papel predominante. A altas temperaturas, los compuestos que contienen azufre tales como el sulfuro de hidrógeno son liberados gradualmente. Esos compuestos que contienen azufre son responsables del sabor a “cocido” de la leche sobrenatada térmicamente (Bylund, 2003).

Walstra *et al.* (2001), el dímero de  $\beta$  – lacto globulina se disocia a alta temperatura. En condiciones de pH más bajo, se asocia para formar un octámero.

### **2.4.3. LA $\alpha$ – LACTO ALBÚMINA**

La  $\alpha$  – lacto albúmina representa el 23 por ciento de las proteínas del suero. Su peso molecular es de 16 000 y contiene ácido glutámico y leucina en posiciones terminales. Es muy soluble en agua y su punto isoeléctrico es 4,8. En comparación con la  $\beta$  – lacto globulina, es poco soluble en soluciones diluidas de sales neutras (Amiot, 1991).

Alais (1988), mencionó que esta proteína es dos veces menor que la  $\beta$  – lacto globulina. Añadió que se caracteriza por su bajo peso molecular y su contenido elevado de triptófano 7,2 por ciento.

Según Bylund (2003), esta proteína es considerada como típica proteína del suero de leche. Está presente en la leche de todos los mamíferos y juega un papel importante en la síntesis de la lactosa en la ubre.

Según Walstra *et al.* (2001), desde el punto de vista químico, es similar a la lisozima, pero no tiene efecto bactericida. Su función biológica es de participar en la síntesis de lactosa como coenzima. Esta proteína es una molécula plegada de forma muy compacta y más o menos esférica, ligeramente sal y pH dependiente. No se asocia excepto cuando la fuerza iónica del medio es muy baja.

## 2.5. CONTENIDO LIPÍDICO

INDECOPI (2003), en la Norma Técnica Peruana NTP 202.001 (2003), definió que el contenido de grasa en la leche debe ser mínimo de 3,2 (g/100g).

El contenido de grasa en la leche de vacas es bastante variable (2,5 a 5,0 por ciento) y se encuentra como emulsión formando glóbulos de dos a cuatro micras de diámetro. Está constituido en un 97,0 a 98,0 por ciento por triglicéridos, de 0,8 a 1,0 por ciento por fosfolípidos (lecitinas y cefalinas mayormente) y un 1,0 por ciento son grasas insaponificables (Vargas, 1999).

Según Walstra *et al.* (2001), el 98 por ciento de la grasa de la leche es una mezcla de triglicéridos. Esta grasa se puede concentrar fácilmente por el desnatado espontáneo. La grasa láctea se altera fácilmente originando sabores y olores extraños. Calvo *et al.* (2014) detallan la composición lipídica media de la leche. (Ver Cuadro 9).

**Cuadro 9: Composición lipídica media de la leche**

Lípido	Porcentaje en peso
<b>Triglicéridos</b>	97 – 98
<b>Diglicéridos</b>	0,3 – 0,6
<b>Monoglicéridos</b>	0,2 – 0,4
<b>Ácidos grasos libres</b>	0,1 – 0,4
<b>Colesterol</b>	0,3 – 0,4
<b>Fosfolípidos</b>	0,2 – 1,0
<b>Hidrocarburos</b>	Solo trazas

FUENTE: Tomado de Calvo *et al.* (2014)

Bylund (2003), señaló que la grasa de la leche se compone por triglicéridos (son los componentes dominantes), di- y monoglicéridos, ácidos grasos, esteroides, carotenoides (el color amarillo de la grasa), vitaminas (A, D, E y K), y otros elementos trazas y componentes minoritarios.

Bylund (2003), explicó que los glóbulos de grasa son partículas grandes y ligeras con una densidad de  $0,93 \text{ g/cm}^3$  a  $15.5 \text{ }^\circ\text{C}$  por lo que tienden a subir hacia la superficie cuando la leche se deja reposar en un envase.

Varnan y Sutherland (1994), señalaron que el glóbulo graso se asocia para formar grandes glóbulos esféricos que están rodeados por una capa rica en fosfolípidos, la membrana del glóbulo graso, que deriva de la membrana plasmática apical durante la secreción de leche. El diámetro del glóbulo varía de  $1 \text{ }\mu\text{m}$  hasta  $12 \text{ }\mu\text{m}$ , con un diámetro medio de aproximadamente  $3 \text{ }\mu\text{m}$ . El diámetro medio está relacionado con el contenido graso de la leche y es mayor en la leche rica en grasa.

Varnan y Sutherland (1994), la membrana de los glóbulos grasos estabiliza los lípidos hidrófobos en el plasma acuoso de la leche. Aproximadamente el 60 por ciento de los fosfolípidos y el 85 por ciento del colesterol de la leche se localiza en la membrana, que también contiene cantidades elevadas de algunas enzimas lácteas como fosfatasa alcalina y xantín oxidasa.

Walstra *et al.* (2001), añadió que cuando la grasa se somete a temperaturas de calentamiento muy elevadas, como por ejemplo  $150^\circ\text{C}$ , la posición de parte de los enlaces dobles cambia y algunos pasan de la forma *cis* a *trans*. También se produce la interestificación.

La aglutinina, proteína que provoca la agregación de los glóbulos grasos, se desnaturaliza mediante adecuadas combinaciones de tiempo – temperatura como  $65 \text{ }^\circ\text{C}$  por 10 minutos o  $75 \text{ }^\circ\text{C}$  por 2 minutos (Bylund, 2003).

Según Argueso *et al.* (2011), las lipoproteínas son estructuras esféricas subcelulares evolutivamente desarrolladas para el transporte de lípidos insolubles en el torrente sanguíneo. Están compuestas por una cubierta polar que contiene apolipoproteínas, fosfolípidos y colesterol libre y por un núcleo en el que se hallan elementos hidrofóbicos (ésteres de colesterol y triglicéridos). Mediante ultracentrifugación se ha conseguido aislar cuatro clases mayores de lipoproteínas plasmáticas que varían en cuanto a tamaño, densidad y composición proteica y lipídica, los cuales son: los quilomicrones, lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), lipoproteínas de baja densidad (LDL) y lipoproteínas de alta densidad (HDL). Para el caso de las VLDL y LDL son las encargadas del transporte

endógeno de lípidos desde el lugar de síntesis hepática hasta los tejidos periféricos. En cambio, las lipoproteínas HDL, son las encargadas del transporte reverso de colesterol desde los tejidos periféricos hasta el hígado para su eliminación biliar.

El colesterol, según Argueso *et al.* (2011), es una estructura molecular de esterano con cabeza polar (grupo hidroxilo) y cola apolar. Presente en las células de los animales vertebrados, es componente esencial de las membranas plasmáticas y precursor de lipoproteínas, sales biliares, vitamina D y hormonas. Como lo mencionó Calvo *et al.*, (2014), el contenido de colesterol en la leche está comprendido entre 0,3 a 0,4 por ciento del total de lípidos en la leche. Calvo *et al.*, (2014) también afirmó que en las últimas décadas se ha generado un intenso debate, esto debido a que se ha mencionado que la grasa que aporta la leche contiene altos niveles de ácidos grasos saturados y colesterol, lo cual provocaría un riesgo potencial de enfermedades coronarias. Por tal motivo, Calvo *et al.*, (2014), explicó que en los últimos estudios clínicos coinciden en señalar que la absorción del colesterol de la dieta (colesterol exógeno) es ineficiente en un individuo sano y que en tal caso factores genéticos, tensión nerviosa, actividad física o el estado emocional jugarían el papel más relevante en la regulación de los niveles de colesterol en suero sanguíneo.

## **2.6. CONTENIDO DE SÓLIDOS TOTALES**

Según Bath *et al.*, 1987, citado por Viera (2013), los principales constituyentes en la leche son la grasa, las proteínas, la lactosa y los minerales; la suma de estos componentes establece los niveles de sólidos totales de la leche.

Según Vargas (1999), para productos en que el agua es el componente preponderante, como es el caso de la leche, se valoran los sólidos totales (solubles e insolubles) mediante evaporación del agua por acción del calor. Por otro lado, desde el punto de vista zootécnico, Taverna (2005), citado por Viera (2013), mencionó que los puntos críticos para maximizar la producción de sólidos en la leche son los siguientes: apropiado balance de nutrientes en las raciones alimenticias, maximizar el consumo de alimentos, monitoreo periódico de la dieta y periódicas correcciones por cambios cuantitativos y/o cualitativos en los recursos utilizados. Viera (2013) afirmó que este valor permite clasificar la leche para su procesamiento obteniendo mayores rendimientos y por tanto generando mayores utilidades para el procesador.

## **2.7. PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS**

### **2.7.1. DENSIDAD**

Según Walstra *et al.* (2001), la densidad a 20°C tiene un valor de 1030 kg/m<sup>3</sup> si la materia grasa está completamente líquida. Para Amiot (1991), a 15°C es de 1032 kg/m<sup>3</sup>. Sin embargo, desde el punto de vista legal, la Norma Técnica Peruana NTP 202.001 (2003), definió que el valor de densidad a 15°C debe encontrarse en el rango de 1029 – 1034 expresado en kg/m<sup>3</sup>.

Walstra *et al.* (2001), añadió que, durante la refrigeración, la grasa se solidifica, y la densidad de la leche aumenta aproximadamente 1200 kg/m<sup>3</sup> a 10°C.

Lora (2003), citado por De la Sota (2016), señaló que la densidad indica en forma presumible la posible adulteración por el agregado de agua o por la remoción de contenido graso. Esta constante es afectada por la temperatura, de allí que la lectura de densidad se refiere siempre a una temperatura fija, normalmente 15 °C y en algunos casos 20 °C.

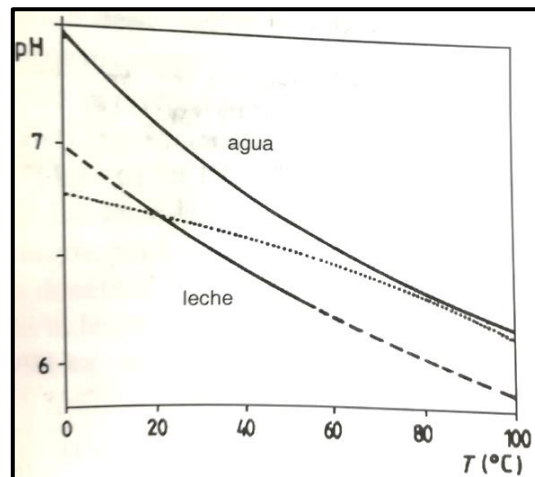
### **2.7.2. ACIDEZ**

Según Amiot (1991), el pH (acidez activa) de una leche normal varía entre 6,2 y 6,8; sin embargo, la mayoría posee un pH de 6,4 a 6,6. El calostro es más ácido que la leche normal. Para Walstra *et al.* (2001), el pH normal varía entre 6,6 y 6,8, con una media de 6,7 a 20°C. Además, presenta una acidez, valorado en ácido láctico, entre 14 y 21 °N, con una media de 17 °N. (1°N = 1°Dornic = 0,1 mL gastados de NaOH 0,1 N = 0,1 g de ácido láctico). INDECOPI (2003) en la NTP 202.001, definió el valor de la acidez es de 0,14 – 0,18 expresada en gramos de ácido láctico (g/100g). Según Amiot (1991), los componentes naturales de la leche que contribuyen a la acidez de los fosfatos (0,09), las caseínas (0,05 a 0,08), el resto de las proteínas (0,01), los citratos (0,01) y el dióxido de carbono (0,01), todo expresados en g/100g de ácido láctico.

Según Walstra *et al.* (2001), el pH de la leche es muy dependiente de la temperatura. (Ver Figura 2). Amiot (1991), mencionó que el calentamiento produce la pérdida de gas carbónico. A temperaturas muy elevadas, el fosfato tricálcico puede precipitar y produce un aumento de la acidez debido a la disociación de los radicales fosfatos. Por otro lado, el calor

también puede descomponer la lactosa en diversos ácidos orgánicos o neutralizar los grupos aminos de las proteínas.

El desarrollo de las bacterias lácticas en la leche transforma la lactosa principalmente en ácido láctico. Esta nueva acidez se llama acidez desarrollada y origina la desestabilización de las proteínas (Amiot, 1991).



**Figura 2: El pH de la leche y del agua en función de la temperatura**

FUENTE: Tomado de Walstra *et al.* (2001)

El ácido láctico está prácticamente dissociado (como la mayoría de los ácidos orgánicos) hasta que el pH desciende a valores por debajo de 5,5. La formación de un 0,1 por ciento de ácido láctico, produce un aumento de acidez de 11,4 °N o 11,4 °D (Walstra *et al.*, 2001).

Otro punto importante a mencionar, es lo afirmado por Walstra *et al.* (2001), el pH determina la conformación de las proteínas, la actividad de las enzimas y la disociación de los ácidos presentes en la leche. Los ácidos no dissociados originan un sabor ácido e inhiben la actividad de los microorganismos.

Es importante a tomar en cuenta la coagulación de la leche. Según Ludeña y Gutiérrez (2016), la coagulación de la leche se lleva a cabo por una serie de reacciones bioquímicas que producen la desnaturalización y/o precipitación de la kappa-caseína. Esto produce una reorganización de los componentes de la leche produciendo una fase líquida conocida como suero y un gel conocido como coágulo.

Según Contreras (2017), la precipitación de la caseína empieza a un pH de 4,5 a 4,7 a 21°C, debido al descenso del pH por la fermentación (formación de ácido láctico), las micelas de caseína pierden el poder de mantenerse en suspensión. La bajada de pH disminuye la carga neta de las micelas de caseína provocando su agregación. La elevación de la temperatura de trabajo acelera la coagulación a niveles más altos de pH.

### **2.7.3. PUNTO DE CONGELACIÓN**

El punto de congelación de la leche depende de la concentración de los componentes solubles en agua. La sustancia disuelta que posee el mayor efecto en el punto de congelamiento es la lactosa, que se encuentra presente en cantidad más abundante. El límite del punto de congelación oficial actual (-0,525 grados Horvet o -0,505 °C) que es para el ordeño completo ya sea del establo o de la vaca y no para cuartos individuales (Gavan *et al.*, 2009; citado por Alvarado, 2018).

Según Alais (2003), el punto de congelación de la leche varía muy poco, es de -0,555 °C, este valor es el mismo para el suero sanguíneo, es determinado para revelar el fraude, sin embargo, puede tener un valor en el rango de -0,0535 a 0,575 °C, que puede estar influenciado por los meses de fríos o por la concentración de sales de la ración.

### **2.8. PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS**

Rodríguez (2003), citado por De la Sota (2016), la leche tiene normalmente un sabor suave, agradable y ligeramente dulce.

Según INDECOPI (2003), bajo la norma NTP 202.001, la leche cruda deberá estar exenta de color, olor, sabor y consistencia, extraños a su naturaleza.

Según Bylund (2003), la leche tiene un aspecto opaco debido a su contenido de partículas en suspensión, de grasa, proteínas, y ciertas sales minerales. El color varía desde blanco a amarillo, según la coloración de la grasa (determinada por el contenido de caroteno). La leche desnatada es más transparente, con un ligero tinte azulado.

## **2.9. TRATAMIENTO TÉRMICO**

### **2.9.1. TRATAMIENTO DE ULTRA ALTA TEMPERATURA O *ULTRA HIGH TEMPERATURE* (UHT)**

Alvites (1985), citado por Paredes y Reynoso (2016), señaló que el tratamiento UHT es una técnica de conservación de los productos alimenticios líquidos que consiste en someterlos a una exposición calorífica breve pero intensa. Se define tres fases en el sistema UHT.

Según Webb y Johnson (1995), citado por Wu (2017), el tratamiento UHT es una técnica para la conservación de productos alimentarios líquidos exponiéndolos a un breve calentamiento intenso, normalmente a temperatura en el campo de 135 – 140 °C durante 4 segundos. De este modo se matan los microorganismos que en caso contrario destruirían el producto UHT. Es un proceso continuo que se produce en un sistema cerrado que evita la contaminación por microorganismos transportados en el aire. El producto pasa a través de etapas de calentamiento y enfriamiento en rápida sucesión.

#### **a. PRE-ESTERILIZACIÓN**

Antes de la puesta en producción de la planta se debe pre esterilizar con el fin de evitar la reinfección del producto tratado. La pre-esterilización implica esterilización con agua caliente, a la misma temperatura que se tratará al producto. El tiempo de esterilización con agua caliente es en promedio de 30 minutos desde el momento en que se ha alcanzado la temperatura necesaria en toda la parte aséptica de la planta y el enfriamiento de la planta hasta las condiciones requeridas de producción (Alvites, 1985; citado por Paredes y Reynoso, 2016).

Webb y Johnson (1995) citado por Wu (2017), mencionaron que antes del inicio de la producción, es necesario pre esterilizar la planta con el fin de evitar la reinfección del producto tratado.

#### **b. LIMPIEZA ASÉPTICA INTERMEDIA**

El ciclo de limpieza CIP (*Cleaning in Place*) necesita de 70 a 90 minutos y normalmente se lleva a cabo inmediatamente después de la producción. La limpieza intermedia aséptica AIC



(*Aseptic Intermediate Cleaning*) es una herramienta muy útil en los casos en que se utilice una planta durante tiempos de funcionamiento muy largos (Alvites, 1985; citado por Paredes y Reynoso, 2016).

**c. *CLEANING IN PLACE (CIP) O LIMPIEZA IN SITU***

Tamine (2008), citado por Paredes y Reynoso (2016), señaló que el ciclo CIP de las plantas UHT directas o indirectas puede comprender secuencias de pre-enjuagado, limpieza con soda, enjuagado con agua caliente, limpieza con un agente ácido, y un enjuagado final, todo controlado automáticamente de acuerdo con un programa preestablecido de temperaturas y tiempos. El programa CIP se debe optimizar de acuerdo con las diferentes condiciones de operación de las distintas industrias lácteas.

**2.9.2. CAMBIOS EN LAS PROTEÍNAS**

Las seroproteínas, particularmente la  $\beta$  – lacto globulina que constituye alrededor del 50 por ciento de las proteínas del suero de leche, son claramente sensibles al calor. La desnaturalización comienza a 65 °C y casi se completa cuando las proteínas se calientan a 90 °C durante cinco minutos (Bylund, 2003).

La desnaturalización por calor de las seroproteínas es una reacción de tipo irreversible. Las proteínas se agrupan al azar, pero en particular la  $\beta$  – lacto globulina forma enlaces con la fracción de caseína  $\kappa$  mediante puentes de azufre (Bylund, 2003).

**2.9.3. CAMBIOS EN LAS GRASAS**

Bylund (2003), señaló que por encima de 135 °C las proteínas depositadas sobre las membranas de los glóbulos de grasa forman una red que comunica una cierta densidad a la membrana y la hace menos permeable. Por lo anterior, se recomienda realizar la homogeneización a continuación de la esterilización UHT de productos con un alto contenido graso.

## **2.10. CALIDAD DE LA LECHE**

### **2.10.1. PRUEBA DE ALCOHOL**

Según Periago (2009), citado por De la Sota (2016), cuando se añade a la leche una cierta cantidad de alcohol etílico se produce una deshidratación parcial o total, de ciertos coloides hidrofílicos, que puede desembocar en su desnaturalización, y con ello la pérdida de su equilibrio y floculación. Este resultado sólo se alcanza con un cierto grado alcohólico de la mezcla final, por debajo del cual las leches térmicamente estables no floculan, mientras que la leche anormal, esto es la térmicamente inestable, flocula. Todo sucede como si existiera un paralelismo entre la resistencia al calentamiento y la estabilidad en presencia del alcohol. Es posible, por consiguiente, traducir en grado alcohólico la resistencia necesaria a un procedimiento dado de calentamiento. Por lo que todas las leches estables en presencia de esta cantidad de alcohol resistirán el calentamiento correspondiente. Basándose en este principio se ha ideado un método simple de control o de selección, que consiste en mezclar de golpe volúmenes iguales de leche cruda y de una solución acuosa de alcohol etílico de concentración conocida. La elección de esta última varía según la modalidad de calentamiento (pasterización, esterilización, etc.) a que ha de someterse la leche. La mezcla se agita en frío y se observa, preferentemente después de haberla extendido sobre una superficie de color oscuro o negra. Si no se produce floculación alguna, la leche resistirá perfectamente el calentamiento correspondiente al grado de la solución alcohólica. Si se observa floculación, la leche no se mantendrá estable durante el calentamiento. La concentración de la solución alcohólica, generalmente fijada a 68 por ciento cuando se ensayan leches para la pasterización, y debe elevarse hasta 72° o más (a veces hasta 74°) cuando se trata de seleccionar leches para la esterilización. La mayor frecuencia de reacciones positivas con leche normal, excluye el empleo de etanol más concentrado para realizar esta prueba.

Según Bylund (2003), la prueba de alcohol se utiliza para rechazar toda aquella leche que no es adecuada para su tratamiento UHT por:

- Ser ácida, debido a un elevado recuento de bacterias (microorganismos productores de ácido).
- Tener un equilibrio salino inaceptable.

- Contener demasiadas seroproteínas, típicas de la leche calostrual.

Bylund (2003), señaló que una leche cruda de mala calidad tendrá efectos negativos sobre el proceso y el producto terminado. La leche ácida tiene una pobre estabilidad térmica, y causa problemas de proceso, como por ejemplo quemado sobre las superficies de intercambio que dan lugar a cortos tiempos de trabajo y dificultades con la limpieza, así como la sedimentación de proteínas en el fondo de los envases durante el almacenamiento.

## 2.10.2. CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS

El Ministerio de Salud (MINSA) por medio de la Resolución Ministerial RM 591-2008 (2008), publicó la Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, en el grupo de Leche y productos lácteos, mencionan los microorganismos a evaluar como son aerobios mesófilos y coliformes. El Instituto Nacional contra la Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, INDECOPI (2003), bajo la norma técnica NTP 202. 001 estableció también los métodos a usar para reconocer la calidad microbiológica de la leche, según se observa en el Cuadro 10.

**Cuadro 10: Requisitos microbiológicos de la leche de vaca**

Requisitos	n	c	m	M	Método de ensayo
Recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables/mL	5	1	500000	1000000	ISO 4833
Numeración de coliformes/mL	5	3	100	1000	ISO 4831

FUENTE: Tomado de INDECOPI (2003)

En el Cuadro 10, MINSA (2008), detalla cómo debe ser el método de muestreo según la definición de cada una de sus variables:

“n”: número de unidades de muestra seleccionadas al azar de un lote, que se analizan para satisfacer los requerimientos de un determinado plan de muestreo.

“c”: número máximo permitido de unidades de muestra rechazables en un plan de muestreo de dos clases o número máximo de unidades de muestra que puede contener un número de

microorganismos comprendidos entre “m” y “M” en un plan de muestreo de tres clases. Cuando se detecte el número de unidades de muestra mayor a “c” se rechaza el lote.

“m”: límite microbiológico que separa la calidad aceptable de la rechazable. En general, un valor igual o menor a “m”, representa un producto aceptable y valores superiores a “m” indican lotes aceptables o inaceptables.

“M”: los valores de recuentos microbianos superiores a “M” son inaceptables, el alimento representa un riesgo para la salud.

Asimismo, INDECOPI (2003), bajo su misma norma técnica también estableció los requisitos de calidad higiénica que debe tener la leche para su uso y consumo (Ver Cuadro 11).

**Cuadro 11: Requisitos de calidad higiénica de la leche de vaca**

Ensayo	Requisito	Método de ensayo
Conteo de células somáticas / mL	Máximo 500 000	NTP 202.173 : 1998

FUENTE: Tomado de INDECOPI (2003)

Zemanate y Grass (2005), estudiaron el conteo de células somáticas para la determinación de calidad higiénica y sanitaria de la leche y sus efectos elevados. Establecieron cuatro categorías de calificación como son excelente, buena, regular y mala según el número de células somáticas, cada calificación con un rango de valores de límite inferior y superior. Esto ayuda a determinar si la leche está o no en excelentes o malas condiciones de higiene (Ver Cuadro 12).

Un estudio realizado por Romero (2012), donde indicó que existe cambios en la composición de una leche con calidad higiénica normal a una leche con elevado conteo de células somáticas en sus parámetros de sólidos no grasos, grasa, lactosa, proteína, proteína del suero, sodio, cloruro, potasio y calcio. El detalle de los cambios se observa en el Cuadro 13.

**Cuadro 12: Calificación higiénica de la leche según el conteo de células somáticas**

<b>Calificación</b>	<b>Límite inferior de conteo de células somáticas</b>	<b>Límite superior de conteo de células somáticas</b>
Excelente	1	100000
Buena	100001	250000
Regular	250001	500000
Mala	500001	1000000

FUENTE: Tomado de Zemanate y Grass (2005)

**Cuadro 13: Cambios en la composición de la leche de vaca debido al conteo de células somáticas**

<b>Parámetro</b>	<b>Leche normal</b>	<b>Leche con elevado conteo de células somáticas</b>
<b>Sólidos no grasos (porcentaje)</b>	8,90	8,80
<b>Grasa (Porcentaje)</b>	3,50	3,20
<b>Lactosa (porcentaje)</b>	4,90	4,40
<b>Proteína (porcentaje)</b>	3,61	3,20
<b>Proteína del suero (porcentaje)</b>	0,80	1,30
<b>Sodio (mg)</b>	570	1050
<b>Cloruro (mg)</b>	911	1470
<b>Potasio (mg)</b>	1500	1750
<b>Calcio (mg)</b>	1200	400

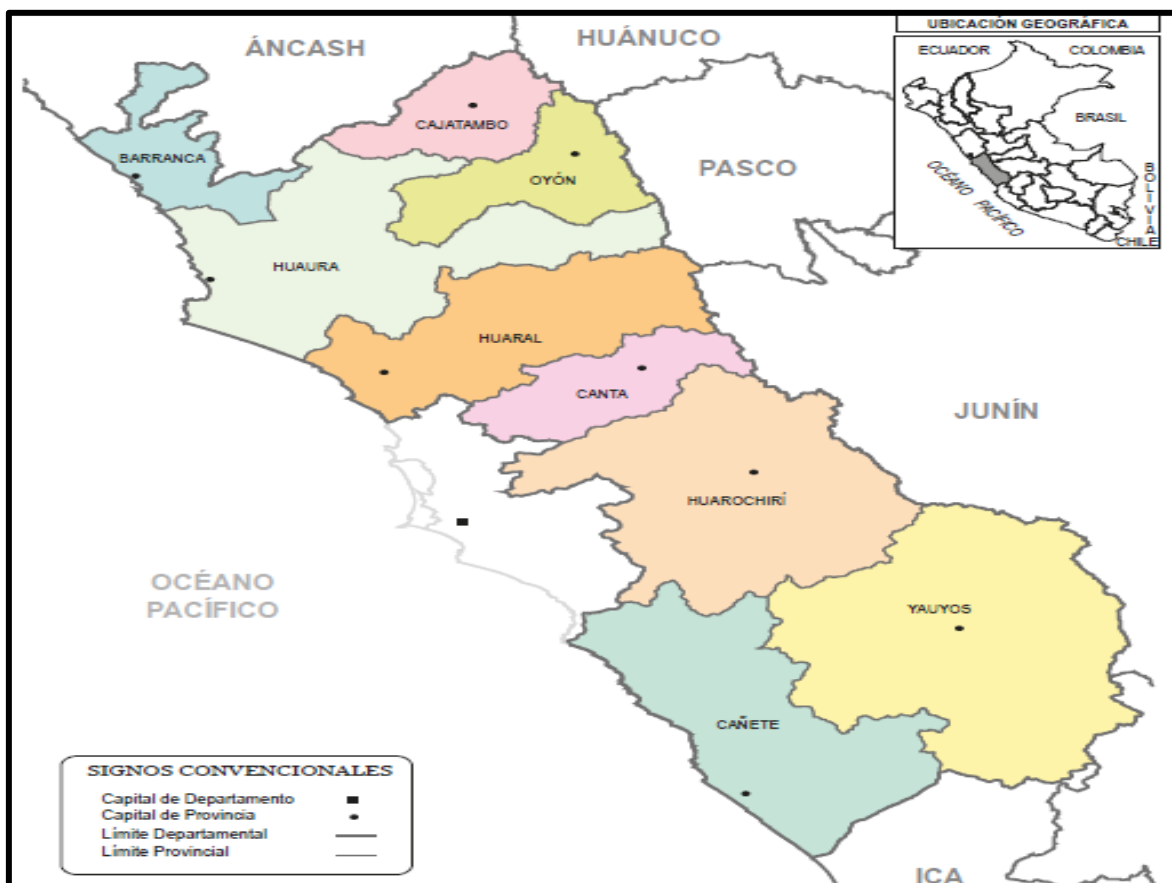
FUENTE: Tomado de Romero (2012)

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. DEFINICIONES OPERACIONALES

##### 3.1.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El estudio realizado se aplicó a los proveedores del departamento de Lima de una empresa procesadora de productos lácteos. Los proveedores se ubican en Huacho (provincia de Huarura), Lima (provincia de Lima), Cañete (Provincia de Cañete) con una altitud entre 28 y 101 m.s.n.m. que pertenecen al departamento de Lima.



**Figura 3: Mapa de las provincias de Huarura, Lima y Cañete pertenecientes al departamento de Lima.**

FUENTE: Tomado del Instituto Nacional de Informático y Estadística INEI (2014)

### **3.1.2. TIEMPO DE DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Se tomaron datos de los resultados de los análisis fisicoquímicos correspondientes a los meses de febrero a diciembre del 2018 para la obtención del perfil analítico y para el estudio de su aplicación se tomó como referencia los meses de febrero a mayo del 2019.

### **3.1.3. MATERIA PRIMA**

Leche fresca de vaca proveniente de los establos de los proveedores del departamento de Lima durante los meses de febrero a diciembre del 2018 y febrero a mayo del 2019.

Los establos producían leche cruda que provenía de las razas tipo Holstein, Brown Swiss, Jersey, criolla, entre otras.

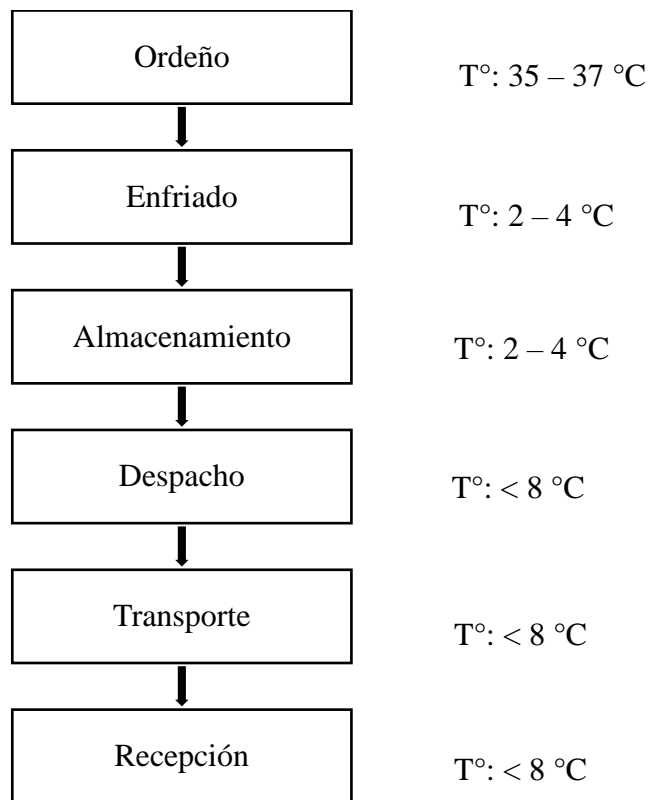
### **3.1.4. FLUJO DE OPERACIONES**

El flujo de operaciones está conformado por seis operaciones: ordeño, enfriado, almacenamiento, despacho, transporte y recepción. En cada operación tuvo como control básico la medición de la temperatura. Cabe resaltar que durante cada operación se trabajó bajo las buenas prácticas de higiene y saneamiento necesarias para mantener la materia prima fuera de contaminación o elevada carga microbiana.

#### **a. ORDEÑO**

Esta operación consiste en succionar mecánicamente la leche de las ubres de las vacas con las chuponeras. El ordeñador es el encargado de retirar y colocar las chuponeras. La operación consiste en dos fases alternadas de succión y masaje. La temperatura de la leche en esta etapa está en el rango de 35 – 37 °C. La leche luego pasa a ser enfriada en el tanque refrigerado.

Según Santos (1996), citado por Alvarado (2018), el contenido de grasa se eleva en el curso del ordeño, sin embargo, la leche de una ordeña incompleta puede estar semidescremada. Para tener una buena producción es necesario realizar la ordeña completa ya que, de lo contrario se inhibe la secreción. Si no se realiza la ordeña, la leche se retiene e inhibe la síntesis, lo que a su vez ocasiona una reducción permanente de la capacidad de producción de la mama, por otro lado, favorece a que la glándula se infecte.



**Figura 4:** Flujo de operaciones para la recepción de leche fresca

**b. ENFRIADO**

El enfriado es la etapa donde la leche baja su temperatura luego del ordeño hasta valores entre 2 – 4 °C. La leche es transportada a través de las tuberías del sistema de ordeño impulsada por la fuerza ejercida de la bomba y llevada hasta un tanque refrigerado donde se almacenará hasta su despacho. El enfriamiento se logró por medio de unidades de refrigeración que cuyos equipos fueron compresores y condensadores.

El tiempo de enfriamiento dependió de la cantidad de ordeños que se realizan durante el día en el establo y de la capacidad de cada tanque. Para el caso de la presente investigación, los tanques de los establos contaban con una capacidad de 5000 hasta 8000 litros y dependiendo del trabajo del día se cubría entre el 50 al 75 por ciento de su capacidad. Los establos tenían recogidas de leche de diario y cada dos días. Para el caso de tanques de enfriamiento que trabajan durante el día 2 ordeños, el tiempo de enfriamiento es de 1 hora a medida que se llenaba el tanque durante el ordeño. Para tanques de enfriamiento que trabajan más de 2 ordeños, el tiempo de enfriamiento se extiende hasta 2 horas.



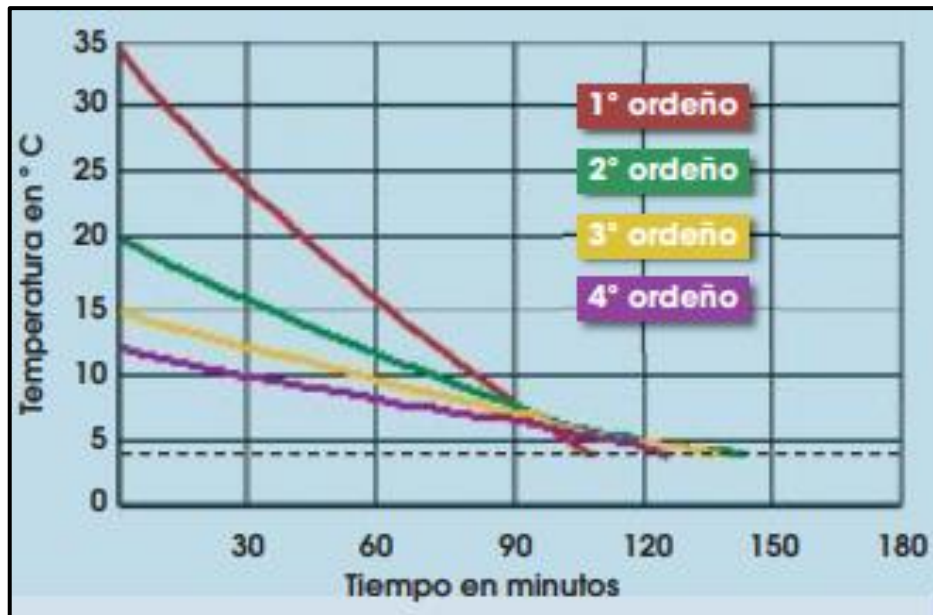
Según Callejo (2008), durante el segundo ordeño se incorpora la leche a 35 °C, que se mezcla con la que ya está fría en el tanque; esta incorporación se realiza mientras dura el ordeño (normalmente entre una a dos horas) y con el tanque funcionando. La temperatura media en el intervalo entre ordeños no debería subir por encima de 5 °C, y en ningún punto del volumen de leche se debería llegar a más de 9 °C; esto se consigue con un aislamiento eficaz del tanque, el uso de la agitación periódica de la leche y la puesta en funcionamiento del sistema de enfriamiento mediante un termostato cuando la temperatura sube a un nivel prefijado.

Ponce De León (1992), citado por Callejo (2008), representó las curvas de enfriamiento de un tanque de dos ordeños y cuatro ordeños (Ver Figura 5 y Figura 6), obtenidas en laboratorio (todo el volumen de cada ordeño se incorporó a 35 °C en un tiempo de 10 minutos). Se resaltó que en las curvas todos los ordeños se enfrían en menos de tres horas y que el ordeño que tarda más tiempo en alcanzar los 4 °C es siempre el último.



**Figura 5: Curvas de enfriamiento de un tanque de dos ordeños**

FUENTE: Ponce De León (1992), citado por Callejo (2008)



**Figura 6:** Curvas de enfriamiento de un tanque de cuatro ordeños

FUENTE: Ponce De León (1992), citado por Callejo (2008)

### c. ALMACENAMIENTO

El almacenamiento de la leche se en tanques refrigerados por la unidad de enfriamiento que permiten mantener una temperatura en el rango de 2 – 4 °C. El almacenero verifica que la temperatura que indica el tanque y la medición manual con un termómetro calibrado sean la misma. Durante el almacenamiento de la leche, el agitador se encuentra en el interior del tanque debe estar en funcionamiento. Según Callejo (2008), la finalidad de la agitación durante el almacenamiento es aumentar las corrientes de convección para que temperatura de toda la masa de la leche sea homogénea y estandarizar el contenido graso de la leche de modo que cuando se tomen muestras en diferentes puntos no difiera en más de 0,1 g de materia grasa por cada 100 g de leche.

### d. DESPACHO

Esta operación consiste en bombear la leche del tanque de almacenamiento a la cisterna de transporte. Inicialmente se verifica la temperatura con un termómetro manual y del sistema de enfriado, luego se conecta las mangueras a la bomba de salida y a la cisterna. El transporte se realiza con cisternas isotermas que mantiene la temperatura de la leche por debajo de los 8°C, preservando así su calidad.

**e. TRANSPORTE**

Esta operación consiste en llevar la leche fresca desde el establo hasta la planta de producción. La unidad de transporte es una cisterna isoterma de dobles paredes de acero inoxidable y con aislamiento térmico de espuma de poliuretano de alta densidad, lo cual mantiene la temperatura de la leche en condiciones óptimas. La temperatura al final del transporte no debe ser mayor a 8°C.

**f. RECEPCIÓN**

La recepción se determina desde la llegada de la cisterna a planta hasta la descarga y toma de muestra de la leche fresca. El operador revisa la limpieza de la manguera y la conecta del tanque a la cisterna. Enciende la bomba para que se abra el paso al flujo de leche. Al finalizar el laboratorista toma muestra de la leche por un grifo del tanque. Luego en el laboratorio se analiza los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales de la leche. Ya en el tanque, la leche es termizada a una temperatura de 60 a 65 °C y luego es bactofugada a 7000 rpm y enfriada a menos de 8°C hasta su uso en producción.

La termización de la leche se realizó en un intercambiador de calor de placas en un rango de temperatura de 60 a 65°C. Según Bylund (2003), en muchas centrales lecheras de gran tamaño, no es posible pasteurizar y procesar toda la leche luego de la recepción. Debido a ello, precalientan la leche hasta una temperatura inferior a la de pasteurización para inhibir eventualmente el crecimiento bacteriano. Este proceso se denomina termización. La leche se calienta a 63 – 65 °C por 15 segundos, una combinación de tiempo/temperatura que no inactiva la enzima fosfatasa. La doble pasteurización está prohibida por la ley en muchos países, ya que la termización no debe sustituir las condiciones de pasteurización.

La bactofugación, según Walstra *et al.* (2001), es un proceso de separación por centrifugación intensa de las bacterias y esporas de la leche. El equipo utilizado es el bactofugador que trabaja a una temperatura de 60 – 65 °C. Amiot (1991), mencionó que el tratamiento de bactofugación es más eficaz si este tratamiento se hace sobre la leche caliente, ya que ofrece menos resistencia que la fría al paso de las células bacterianas. La eficacia del tratamiento aumenta con la temperatura de la leche y varía en función del tamaño y del tipo de bacterias, siendo mayor el efecto de la fuerza centrífuga sobre las células bacterianas más

grandes y más densas. Se puede considerar que una leche al salir del bactofugador contienen un 90 por ciento menos gérmenes que a la entrada.

## **3.2. METODOLOGÍA**

### **3.2.1. RECOLECCIÓN DE MUESTRA**

Este método de recolección de muestra ha sido propuesto, implementado y verificado por el equipo de control de calidad de la empresa láctea. Para la recolección de la muestra se tomó de la siguiente manera:

- Se toma una botella y tapa nuevas, solución de alcohol etílico a 70° (solución sanitizante), gel pack de refrigeración y un cooler de refrigeración para el traslado de la muestra.
- Se aplica por aspersión la solución de alcohol etílico a 70° a la salida del grifo del tanque de almacenamiento de leche fresca.
- Se abre el grifo y se deja correr la leche fresca por un tiempo de 10 a 20 segundos.
- Se coloca la botella hasta llenar totalmente y se tapa herméticamente. Se rotula la muestra colocando el número del tanque y fecha y hora.
- Se coloca la botella en el cooler con el gel packs y se traslada hasta el laboratorio para sus análisis respectivos.

### **3.2.2. MEDICIÓN DE PORCENTAJES DE GRASA, PROTEÍNA Y SÓLIDOS TOTALES**

Para la medición de éstos parámetros se trabajó con el equipo MILKO SCAN MINOR 6 (Marca FOSS), debidamente calibrado, de la siguiente manera:

- Encender el equipo con el interruptor. El equipo empezará a arrancar de manera automática realizando un ajuste a cero, por lo que para proceder a realizar la medición de una muestra se debe esperar a que en la pantalla nos indique que el equipo está apto para iniciar la medición de muestras.
- Elegir el programa “1. LECHE” en la pantalla.

- Colocar una muestra de 20 mL de leche bajo la pipeta del equipo.
- Pulsar “Arranque” para que se realice la medición.
- Registrar la lectura.

### 3.2.3. ACIDEZ POR MÉTODO VOLUMÉTRICO

Este método se basó según la norma publicada por INACAL (2018), la NTP 202.116:2008 LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche cruda. Determinación de acidez de leche. Método volumétrico, y se explica a continuación:

- Colocar 10 mL de muestra de leche a cada uno de los tres matraces Erlenmeyer.
- Añadir 1 mL de solución diluida de acetato de rosanilina en un matraz, y en los otros dos matraces añadir 1 mL de solución de fenoltaleína.
- Titular con solución de 0,1 N de NaOH lentamente y con agitación, hasta conseguir un color igual al contenido del primer matraz con rosanilina.
- Leer la bureta el volumen de NaOH utilizado.
- Calcular la acidez según la siguiente fórmula.

$$A = \frac{V \times N \times 0,09 \times 100}{W}$$

A = Acidez en gramos de ácido láctico/100 g de leche.

V = Volumen en mL de solución 0,1 N de NaOH utilizado.

W = Peso de la muestra en gramos.

N = Normalidad de la solución de NaOH.

0,09 = Factor de ácido láctico en miliequivalentes.

Según Hurtado (2013), en la determinación de acidez, la leche normal debe presentar valores entre 0,14 a 0,17 por ciento, considerando que valores inferiores a 0,11 por ciento son indicativos de mastitis y valores superiores a 0,19 por ciento, indican un elevado número de bacterias (esta leche dará positivo a la prueba de alcohol).

#### **3.2.4. PRUEBA DE ALCOHOL**

Para la prueba de alcohol se realizó de la siguiente manera:

- Se adiciona 5 ml de leche fresca en una placa Petri usando una pipeta.
- Se agregan 5 ml de etanol a 76% (v/v) en la placa Petri con la leche fresca.
- Coger la placa Petri y moverla circularmente por 5 segundos aproximadamente.
- Observar si la leche coagula (forma grumos) o no.
- Si el resultado de análisis es de coagulación, se solicita al personal de producción que realice un remuestreo.
- Registrar los resultados en los formatos correspondientes.

Según Hurtado (2013), la prueba de alcohol consiste en mezclar el mismo volumen de leche con el de alcohol, de tal modo que si se produce la precipitación de las proteínas es debido a que se trata de leche alterada, con elevada carga microbiana o calostrada. Los materiales necesarios para la determinación de esta prueba son alcohol con una graduación superior al 68 por ciento y un recipiente adecuado para la adición de alcohol a la leche.

#### **3.2.5. PRUEBA DE CAPILARIDAD**

Para la prueba de capilaridad se realizó de la siguiente manera:

- Prender el baño maría con contenido de glicerol y calentar hasta la temperatura de 140°C.
- La leche cruda se calienta a 37 – 40 °C, homogenizar bien y tomar una muestra; luego enfriar a 20°C para proceder al análisis.

- Se llena cada capilar dejando 1 cm de espacio en cada lado luego del sellado. El tiempo de llenado de cada capilar debe ser en promedio 8 segundos. El sellado debe hacerse girando cada lado del capilar. El volumen del capilar es de 2 mL.
- Se coloca el capilar en el baño maría a 140 °C y se toma tiempo con un cronómetro.
- La leche no debe coagular hasta pasado los 5 minutos. Si en caso la leche coagula antes del tiempo, ésta no es apta para el proceso UHT.
- Registrar los resultados en los formatos correspondientes.

La prueba de capilaridad busca simular el tratamiento de UHT. El tratamiento real en la planta de producción para el proceso UHT es de 137 °C por un tiempo de 4 segundos. La finalidad de este tratamiento, según Walstra *et al.* (2001), es destruir todos los microorganismos de la leche incluyendo los esporos bacterianos, para que el producto envasado pueda conservarse mucho tiempo a temperatura ambiente sin ninguna alteración microbiana. Las propiedades físicas de la leche sufran los menores cambios posibles durante el tratamiento y el período de conservación y que el valor nutritivo se altere lo mínimo posible.

Los parámetros de trabajo en la prueba de capilaridad son más severos que los de UHT, ya que la leche se encuentra a 140 °C por un tiempo de 5 minutos. Durante esta prueba, se dan una serie de reacciones moleculares que conllevan a la desnaturalización y coagulación de las proteínas de la leche. Walstra *et al.* (2001) mencionó las reacciones a nivel molecular que ocurren cuando la leche se somete a elevadas temperaturas:

- Se da la pérdida del equilibrio salino. El calcio y fosfato coloidales se separan de la micela de caseína y precipitan en forma de fosfato tricálcico (Amiot, 1991).
- La lactosa se isomeriza y sufre una degradación parcial y se forma lactulosa y ácidos orgánicos, se forma ácido fórmico (Walstra *et al.*, 2001).
- Los ésteres fosfóricos de la caseína se hidrolizan, resultan afectados los fosfolípidos y ésteres disueltos. Como consecuencia aumenta la cantidad de ácido orgánico y, por tanto, aumenta la acidez (Walstra *et al.*, 2001).

- El pH de la leche disminuye y la acidez de valoración aumenta. Esta disminución del pH es consecuencia de la precipitación del fosfato de calcio y el descenso posterior se debe a la formación de ácido fórmico a partir de la lactosa.
- Se producen reacciones entre las proteínas y lactosa, especialmente las reacciones de Maillard y como consecuencia disminuye la lisina disponible (Walstra *et al.*, 2001).
- Se da la coagulación de las albúminas y globulinas. La vulnerabilidad de las proteínas al calor varía en el siguiente orden decreciente: lactoglobulinas, lactoalbúminas y caseínas (Amiot, 1991). Walstra *et al.* (2001), mencionó que las proteínas del suero se asocian con las micelas de caseína durante su desnaturalización térmica uniéndose a su superficie. Se forman enlaces disulfuro entre la lactoglobulina y la kappa caseína. Muchas de estas uniones son irreversibles.
- La caseína bajo un tratamiento térmico intenso logra su agregación y su posterior coagulación. La coagulación sólo se produce a un pH por debajo de 6,2. Esta agregación es irreversible y los agregados formados no pueden redispersarse aumentando el pH. Por lo tanto, los agregados se mantienen unidos mediante enlaces químicos covalentes (Walstra *et al.*, 2001).

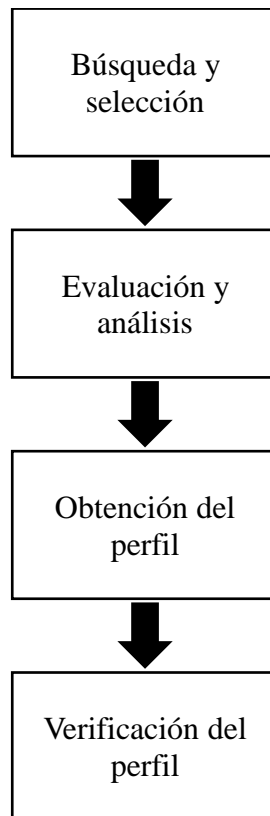
### **3.3. DEFINICIÓN DE FLUJO DE ACTIVIDADES**

A continuación, se muestra la Figura 7 el flujo de actividades para la obtención del perfil analítico.

#### **a. BÚSQUEDA Y SELECCIÓN**

La primera etapa de la investigación consistió en buscar y seleccionar los lotes de leche fresca de las provincias de Lima como Lima, Cañete y Huaura que hayan sido seleccionadas al proceso UHT bajo la prueba de alcohol a 76 por ciento (v/v) demostrando así su capacidad a no coagular. Los resultados fisicoquímicos corresponden al período de los meses de febrero a diciembre del 2018.





**Figura 7: Flujo de actividades para la obtención y verificación del perfil analítico de características físico químicas de porcentaje de grasa, proteínas, sólidos totales y pH de leche fresca para el tratamiento UHT**

Cabe resaltar que inicialmente los parámetros a trabajar fueron cinco los cuales son porcentaje de proteína, grasa, sólidos totales, acidez y pH, pero debido a que los resultados de acidez no presentaron variabilidad en sus valores, se seleccionaron los cuatro definiendo así el perfil a trabajar como porcentaje de grasa, proteína, sólidos totales y pH.

#### **b. EVALUACIÓN Y ANÁLISIS**

Los datos clasificados fueron evaluados y analizados con el programa Microsoft Office Excel ® versión 2013. La herramienta estadística utilizada fueron los histogramas de frecuencias basados en las medias de sus parámetros fisicoquímicos evaluados.

**c. OBTENCIÓN DEL PERFIL ANALÍTICO**

Se agrupará cada uno de los rangos obtenidos de cada parámetro fisicoquímico de porcentaje de grasa, proteína, sólidos totales y pH, obteniendo un solo perfil analítico de leche fresca de vaca que es capaz de presentar estabilidad térmica frente al proceso UHT.

Luego se aplicó el perfil analítico en los resultados de los análisis fisicoquímicos de los mismos parámetros de los meses de febrero a mayo del 2019 para evaluar si los rangos establecidos mantienen los valores para su selección al proceso UHT.

**d. VERIFICACIÓN DEL PERFIL ANALÍTICO**

El perfil obtenido se verificó con ensayos de estabilidad térmica de prueba de capilaridad. La prueba consiste en someter a la muestra de leche fresca a una temperatura a 140 °C por un tiempo de 5 minutos. Si la leche no presenta coagulación (formación de grumos), el lote de la leche es seleccionado para el proceso UHT.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. BÚSQUEDA Y SELECCIÓN

La búsqueda se basó en los resultados fisicoquímicos de la recepción de leche fresca de los proveedores de la región Lima durante el período de febrero a diciembre del año 2018. De los datos, se seleccionó los lotes con destino a la producción de UHT que hayan obtenido un resultado negativo a la prueba del alcohol a 76°.

### 4.2. EVALUACIÓN Y ANÁLISIS

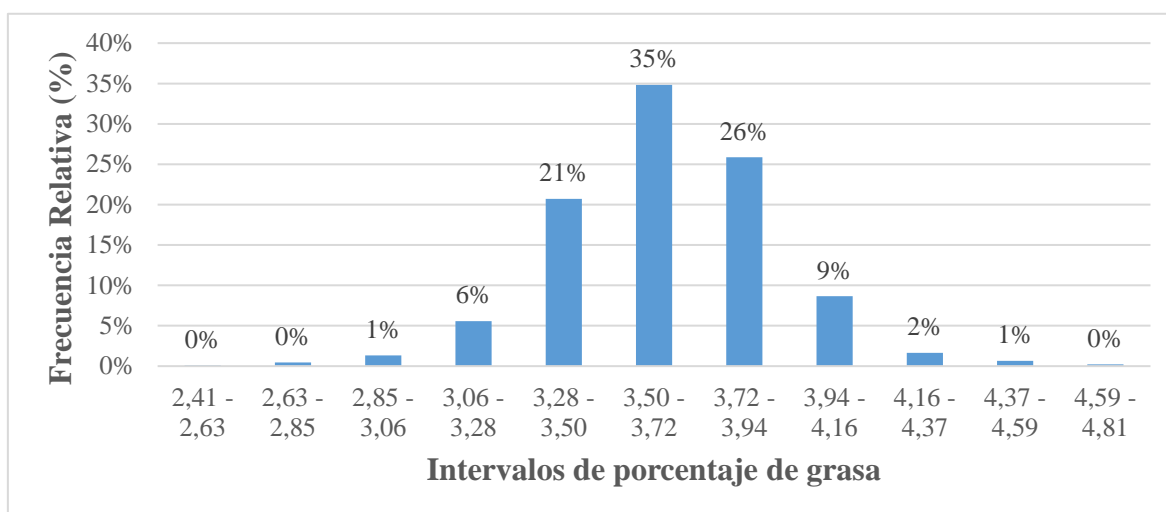
#### 4.2.1. EVALUACIÓN DEL PARÁMETRO DE PORCENTAJE DE GRASA

En la evaluación del porcentaje de grasa, para la obtención del Cuadro 14, se tomó los datos del Anexo 1, donde se analizó 913 resultados, con un mínimo de 2,41 por ciento y máximo 4,81 por ciento, obteniéndose once intervalos.

**Cuadro 14: Intervalos y frecuencias del parámetro porcentaje de grasa en leche fresca evaluados desde febrero a diciembre del 2018**

Intervalos	Límite inferior de porcentaje de grasa	Límite superior de porcentaje de grasa	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa
01	2,41	2,63	01	0,001
02	2,63	2,85	04	0,004
03	2,85	3,06	12	0,013
04	3,06	3,28	51	0,056
05	3,28	3,50	189	0,207
06	3,50	3,72	318	0,348
07	3,72	3,94	236	0,258
08	3,94	4,16	79	0,087
09	4,16	4,37	15	0,016
10	4,37	4,59	06	0,007
11	4,59	4,81	02	0,002

Luego se obtuvo la Figura 8, donde se observan las frecuencias relativas en porcentaje de los intervalos de porcentaje de grasa.



**Figura 8: Frecuencias relativas de los intervalos de porcentaje de grasa en leche fresca evaluados desde febrero a diciembre del 2018**

Observando la Figura 8, se aprecia que a partir del valor 3,28 hasta 4,16 de porcentaje de grasa, la frecuencia relativa total es de 91 por ciento.

Según la INDECOPI (2003), en la norma NTP 202.001 y MINSA (2017) en el decreto supremo DS 007 – 2017, la leche cruda debe contener como mínimo 3,2 g/100g de materia grasa, lo cual concuerda con rango propuesto de 3,28 a 4,16 por ciento. En datos científicos, Vargas (1999), mencionó que el contenido de grasa en la leche fresca puede variar desde 2,5 hasta 5,0 por ciento y esto también coincide con el rango propuesto.

Según Alvarado (2018), que realizó un estudio de la producción de leche fresca en los distritos de la provincia de Concepción del departamento de Junín, obtuvo resultados que varían desde 2,60 hasta 5,10 con un promedio de 3,71 por ciento de grasa, mencionando así que el contenido de grasa es muy variable Asimismo, Quist (2007) y Larsen (2010), citados por Alvarado (2018), mencionan que el porcentaje de grasa en la leche es variable debido a una amplia variación entre razas, tipo de dieta, estado de lactancia y medio ambiente. En el caso del ordeño, Forsback (2010), citado por Alvarado (2018), indicó que el porcentaje de la grasa también es influenciado por el ordeño debido a que el mayor porcentaje de grasa está en la leche residual por lo que es muy importante realizar un ordeño completo.

En el estudio de Rodríguez (2018), el contenido de grasa fue de 3,13 como mínimo, 3,87 como máximo y un promedio de 3,49 por ciento. Estos valores coinciden para el contenido mínimo y promedio, pero en caso de la Figura 8, se obtuvo un valor máximo de 4,81 por ciento. Esta diferencia se puede relacionar a lo explicado por Chamberlain y Wilkinson (2002), citado por Rodríguez (2018), donde indicó que el contenido de fibra en la dieta de las vacas ejerce el efecto más importante sobre la concentración de grasa en la leche, ya que dietas altas en fibra promueven mayor contenido de grasa que las dietas bajas en fibra.

#### 4.2.2. EVALUACIÓN DEL PARÁMETRO DE PORCENTAJE DE PROTEÍNA

Al igual que en el porcentaje de grasa, se evaluaron los datos para porcentaje de proteína. Para la obtención del Cuadro 15, se tomaron los datos del ANEXO 2, donde se analizó un total de 1309 resultados, con un mínimo de 2,33 y máximo de 3,46 de porcentaje de proteína obteniéndose doce intervalos.

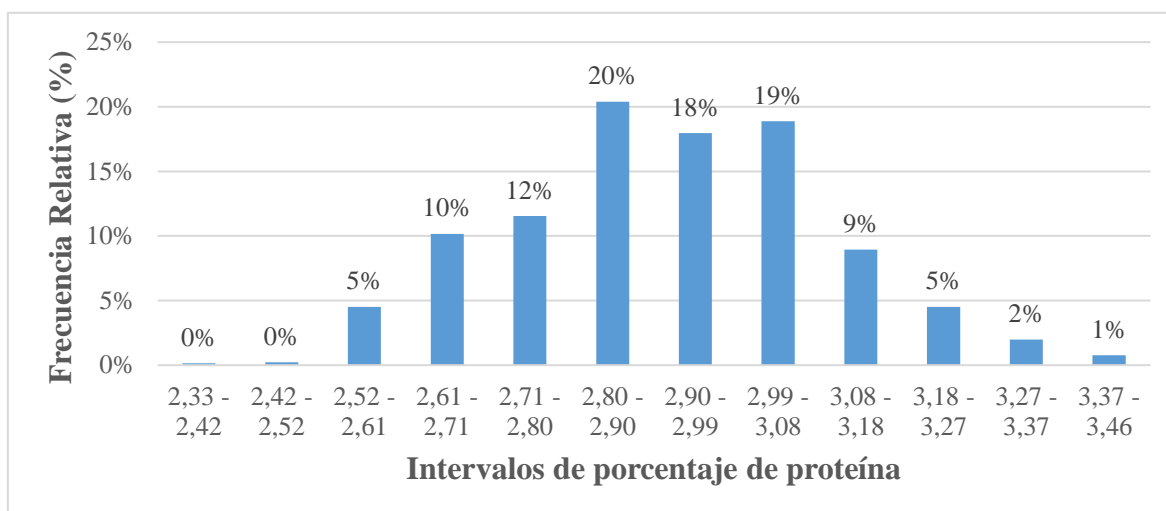
**Cuadro 15: Intervalos y frecuencias del parámetro porcentaje de proteína en leche fresca evaluados desde febrero a diciembre del 2018**

Intervalos	Límite inferior de porcentaje de proteína	Límite superior de porcentaje de proteína	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa
01	2,33	2,42	02	0,002
02	2,42	2,52	03	0,002
03	2,52	2,61	59	0,045
04	2,61	2,71	133	0,102
05	2,71	2,80	151	0,115
06	2,80	2,90	267	0,204
07	2,90	2,99	235	0,180
08	2,99	3,08	247	0,189
09	3,08	3,18	117	0,089
10	3,18	3,27	59	0,045
11	3,27	3,37	26	0,020
12	3,37	3,46	10	0,008

Luego se obtuvo la Figura 9, donde se observan las frecuencias relativas en porcentaje de los intervalos de porcentaje de proteína.

Según el estudio de Alvarado (2018), los niveles de proteína que obtuvo fueron de 2,65 por ciento como mínimo y máximo 4,50 por ciento con un promedio de 3,43 por ciento en

contenido de proteína. Según Bob *et al.* (2009), citado por Alvarado (2018), la composición de la proteína de leche de vaca varía con la temporada, la etapa de lactancia, la alimentación y el estado de salud de la vaca, pero está determinada principalmente por factores genéticos.



**Figura 9: Frecuencias relativas de los intervalos de porcentaje de proteína en leche fresca evaluados desde febrero a diciembre del 2018**

Analizando la Figura 9, se observó que el 98 por ciento de los resultados se encuentra en el rango de 2,52 a 3,27 de porcentaje de proteína. Según Rodríguez (2018), en su estudio realizado a establos de las provincias de Cañete, Huaura y Lima donde se analizó la leche fresca en 15 establos, obtuvo un contenido de proteína de 2,94 como mínimo, 3,32 como máximo y 3,20 en porcentaje promedio, lo cual también se encuentra en los valores de la Figura 9.

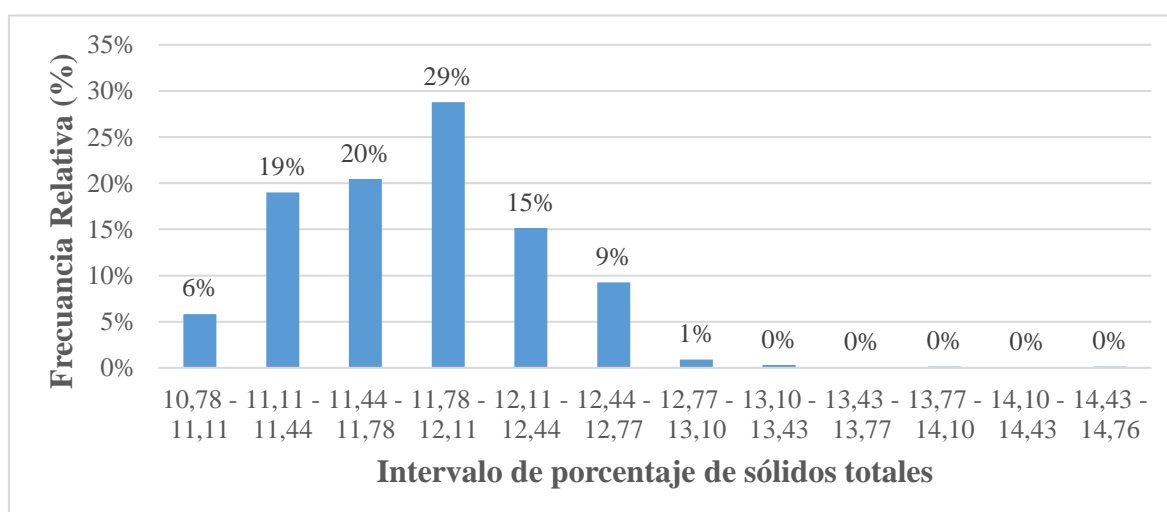
#### **4.2.3. EVALUACIÓN DEL PARÁMETRO DE PORCENTAJE DE SÓLIDOS TOTALES**

Para el caso del porcentaje de sólidos totales, se evaluó los datos del ANEXO 3, donde se observó valores desde 10,78 como mínimo y 14,76 como máximo para un total de 1320 datos de los cuales se obtuvieron doce intervalos, los cuales se aprecian en el Cuadro 16.

**Cuadro 16: Intervalos y frecuencias del parámetro porcentaje de sólidos totales en leche fresca evaluados desde febrero a diciembre del 2018**

Intervalos	Límite inferior de porcentaje de sólidos totales	Límite superior de porcentaje de sólidos totales	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa
01	10,78	11,11	77	0,058
02	11,11	11,44	251	0,190
03	11,44	11,78	270	0,205
04	11,78	12,11	380	0,288
05	12,11	12,44	200	0,152
06	12,44	12,77	122	0,092
07	12,77	13,10	12	0,009
08	13,10	13,43	04	0,003
09	13,43	13,77	0	0,000
10	13,77	14,10	02	0,002
11	14,10	14,43	0	0,000
12	14,43	14,76	02	0,002

Luego se obtuvo la Figura 10, donde se observan las frecuencias relativas en porcentaje de los intervalos de porcentaje de sólidos totales.



**Figura 10: Frecuencias relativas de los intervalos de porcentaje de sólidos totales en leche fresca evaluados desde febrero a diciembre del 2018**

En la Figura 10, los valores de 11,11 a 12,77 de porcentaje de sólidos totales comprenden el 92 por ciento de los resultados. Según el DS 007-2017 del MINSA (2017) e INDECOPI (2003), en la norma NTP 202.001, señalan que la leche cruda debe cumplir el requisito de

11,4 g/100g como mínimo en extracto seco o sólidos totales, lo cual no concuerda con el rango propuesto. Sin embargo, en las plantas de industrias lácteas, cuando este valor no alcanza lo establecido, proceden a añadir ingredientes, como por ejemplo la grasa anhidra, que están verificadas y permitidas por norma, y así poder cumplir con el requisito.

Rodríguez (2018), obtuvo valores desde 11,69 hasta 13,38 por ciento, con un promedio de 12,66 por ciento de sólidos totales. Estos valores también se encuentran en lo presentado en la Figura 10. Las diferencias entre valores se deben, según Campabadal (1999), citado por Rodríguez (2018), a que el nivel de sólidos totales en la leche está influenciado principalmente por el nivel de grasa en la leche, al ser el componente más variable que tiene la leche y esto relaciona con los valores obtenidos para el porcentaje de grasa.

En el estudio realizado por Cavenago (2011), donde analizó los resultados de sólidos totales en 942 establos de Chiclayo en los meses de octubre del 2009 hasta setiembre del 2010, donde obtuvo 11,45 como mínimo y 11,90 como máximo con un promedio de 11,73 por ciento de sólidos totales. Estos valores también se encuentran dentro del rango de lo observado en la Figura 10. Mamani (2009), citado por Cavenago (2011), obtuvo valores de 12,37 y 12,44 por ciento durante los meses de febrero a junio del 2009 en los establos de la región de Majes en el departamento de Arequipa. Estas diferencias en los valores, según Cavenago (2011), se deben a que las vacas aumentan su consumo de materia seca durante el invierno el cual se encontraban deprimidas por el estrés calórico de la temporada de verano, además de la menor disponibilidad de forraje de buena calidad.

Por otro lado, China (2017), que evaluó la tendencia de porcentaje de sólidos totales en leche fresca en los establos de las zonas de Cañete e Ica durante los años del 2011 a 2015 obteniendo valores como mínimo de 11,55 y máximo 11,80 por ciento de sólidos totales para la provincia de Cañete y 11,66 como mínimo y 12,00 como máximo para Ica. Estos valores de China (2017), se encuentran en el rango de la Figura 10.

#### **4.2.4. EVALUACIÓN DEL PARÁMETRO PH**

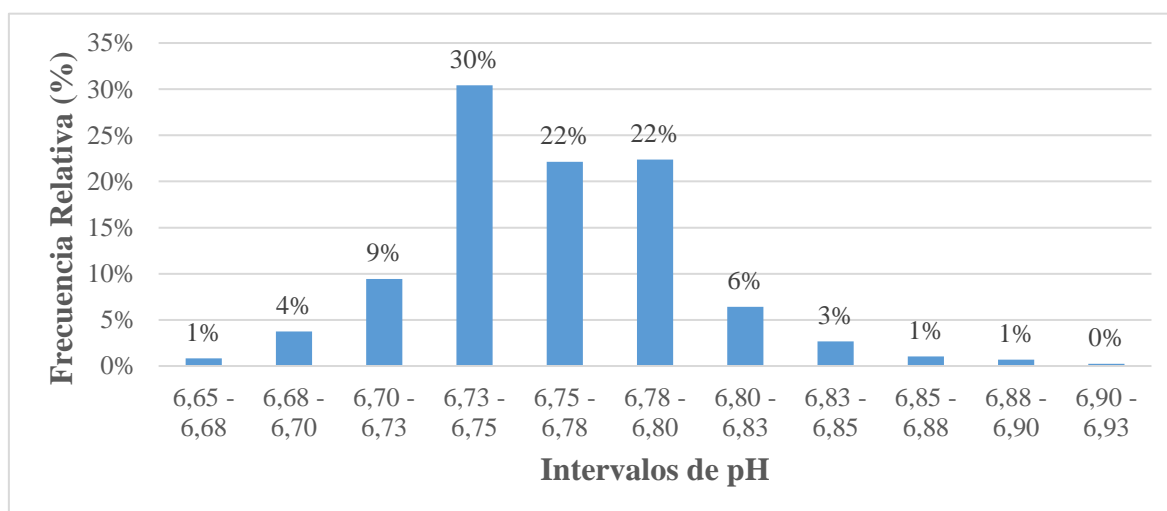
Para el parámetro pH, se utilizaron los datos del ANEXO 4 y se evaluaron 858 resultados con un mínimo de 6,65 y máximo 6,93 y se obtuvieron once intervalos para la leche fresca que se detallan en el Cuadro 17. El pH se midió en planta, luego de la recepción de la leche en laboratorio.



**Cuadro 17: Intervalos y frecuencias del parámetro pH en leche fresca evaluados desde febrero a diciembre del 2018**

Intervalos	Límite inferior de pH	Límite superior de pH	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa
01	6,65	6,68	07	0,008
02	6,68	6,70	32	0,037
03	6,70	6,73	81	0,094
04	6,73	6,75	261	0,304
05	6,75	6,78	190	0,221
06	6,78	6,80	192	0,224
07	6,80	6,83	55	0,064
08	6,83	6,85	23	0,027
09	6,85	6,88	09	0,010
10	6,88	6,90	06	0,007
11	6,90	6,93	02	0,002

Luego se obtuvo la Figura 11, donde se observan las frecuencias relativas en porcentaje de los intervalos de pH.



**Figura 11: Frecuencias relativas de los intervalos de pH en leche fresca evaluados desde febrero a diciembre del 2018**

En la Figura 11, se observa que a partir del valor 6,68 hasta 6,83 de pH se acumula una frecuencia relativa del 93 por ciento. Según Amiot (1991), el pH de la leche se encuentra en el rango de 6,2 a 6,8 sin embargo la mayoría posee un pH entre 6,4 a 6,6. Comparando lo

dicho por Amiot (1991) y la Figura 11, se observa que el rango obtenido de 6,68 – 6,83 sí corresponde a lo establecido por el autor.

Por otro lado, Alais (1988), menciona que la leche fresca debe estar entre el rango de 6,6 a 6,7 de pH. Para ambos casos, el rango obtenido se encuentra dentro de los valores.

Alais (1988), mencionó que una de las principales causas de inestabilidad de las micelas de la leche es la acidificación, lo que provoca la destrucción de las micelas sin fraccionar la caseína, cuya precipitación se da a un pH de 4,7. Las disminuciones en pH rompe el sistema coloidal que inicialmente presenta alta estabilidad, según lo mencionado por Ordoñez (1998), citado por Guerrero y Rodríguez (2010).

#### 4.3. OBTENCIÓN DEL PERFIL ANALÍTICO

Para la obtención del perfil analítico, primero se analizó cada uno de los parámetros, luego se procedió a resumir cuáles son los probables rangos del perfil. A continuación, se observa el Cuadro 18 el cual muestra los rangos para cada parámetro.

**Cuadro 18: Perfil analítico de los parámetros fisicoquímicos porcentaje de grasa, proteína, sólidos totales y pH para la leche fresca**

Parámetros Fisicoquímicos	Porcentaje de Grasa	Porcentaje de Proteína	Porcentaje de Sólidos Totales	pH
Valores del rango	3,28 – 4,16	2,52 – 3,27	11,11 – 12,77	6,68 – 6,83
Norma NTP 202.001	≥ 3,20	-	≥ 11,40	-
Porcentaje de Frecuencia Relativa	91,0	98,0	92,0	93,0

FUENTE: NTP 202.001 Leche y productos lácteos. Requisitos (INDECOPI, 2003)

#### 4.3.1. APLICACIÓN DEL PERFIL ANALÍTICO

El perfil analítico obtenido en el Cuadro 18, se aplicó en los resultados fisicoquímicos de recepción de leche fresca en el período desde febrero a mayo del año 2019 bajo las mismas condiciones.

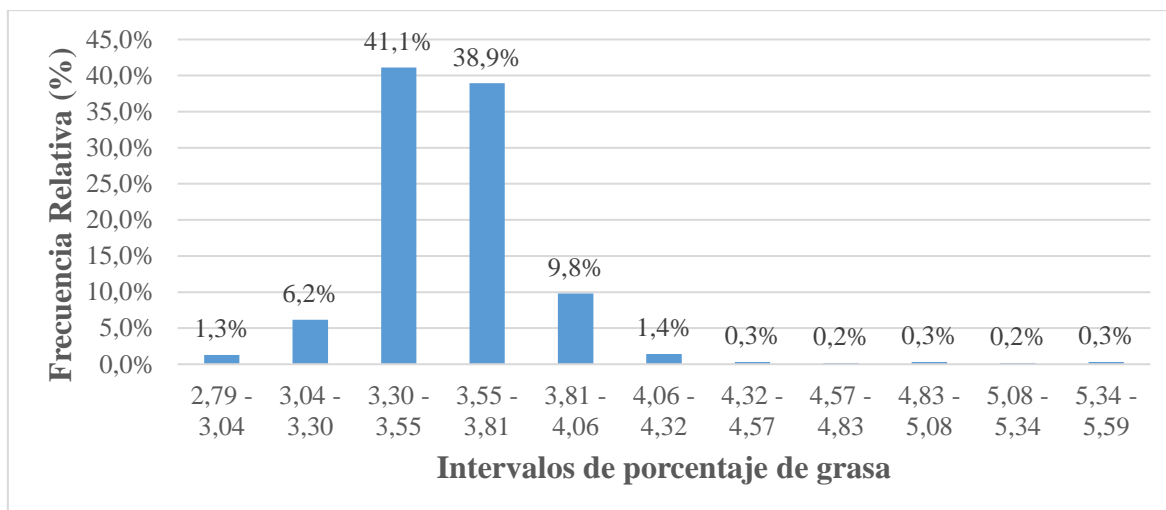
#### 4.3.2. APLICACIÓN DEL PERFIL ANALÍTICO EN EL PARÁMETRO PORCENTAJE DE GRASA

Para la obtención del Cuadro 19, se tomaron 632 resultados que se detallan en el Anexo 5, observando que el mínimo valor fue 2,79 y el máximo 5,59 por ciento los cuales están distribuidos en once intervalos de porcentaje de grasa.

**Cuadro 19: Intervalos y frecuencias del parámetro porcentaje de grasa en leche fresca aplicado durante el período de febrero a mayo del 2019**

Intervalos	Límite inferior de porcentaje de grasa	Límite superior de porcentaje de grasa	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa
01	2,79	3,04	08	0,013
02	3,04	3,30	39	0,062
03	3,30	3,55	260	0,411
04	3,55	3,81	246	0,389
05	3,81	4,06	62	0,098
06	4,06	4,32	09	0,014
07	4,32	4,57	02	0,003
08	4,57	4,83	01	0,002
09	4,83	5,08	02	0,003
10	5,08	5,34	01	0,002
11	5,34	5,59	02	0,003

En la Figura 12 se observó que el rango desde 3,30 hasta 4,06 de porcentaje de grasa comprende el 96 por ciento de frecuencia relativa total en los meses de febrero a mayo del 2019, lo cual reafirma lo obtenido anteriormente en la Figura 8 donde el rango fue de 3,28 a 4,16 por ciento con un total de 91 por ciento de frecuencia relativa evaluado desde febrero a diciembre del 2018.



**Figura 12: Frecuencias relativas de los intervalos del parámetro porcentaje de grasa en leche fresca aplicado durante el período de febrero a mayo del 2019**

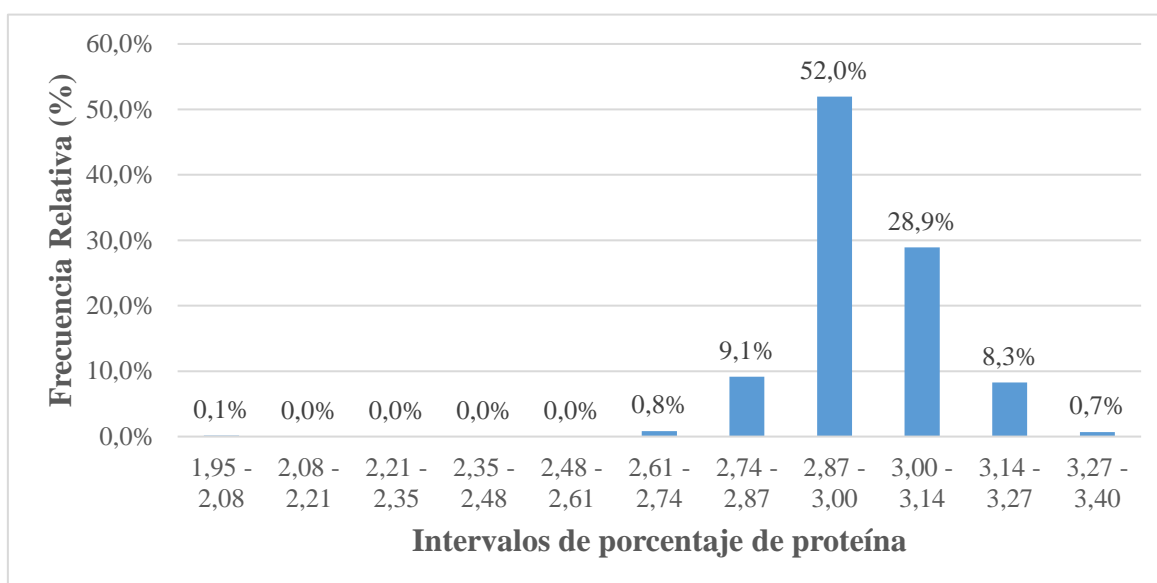
#### 4.3.3. APLICACIÓN DEL PERFIL ANALÍTICO EN EL PARÁMETRO PORCENTAJE DE PROTEÍNA

Para la aplicación del perfil en el porcentaje de proteína, se tomaron como referencia 712 resultados (Ver Anexo 6), donde el mínimo resultado fue 1,95 y el máximo de 3,40 de porcentaje de proteína, por tanto, se obtuvieron once intervalos de frecuencia que se observan en el Cuadro 20.

**Cuadro 20: Intervalos y frecuencias del parámetro porcentaje de proteína en leche fresca aplicado durante el período de febrero a mayo del 2019**

Intervalos	Límite inferior de porcentaje de proteína	Límite superior de porcentaje de proteína	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa
01	1,95	2,08	01	0,001
02	2,08	2,21	0	0,000
03	2,21	2,35	0	0,000
04	2,35	2,48	0	0,000
05	2,48	2,61	0	0,000
06	2,61	2,74	06	0,008
07	2,74	2,87	65	0,091
08	2,87	3,00	370	0,520
09	3,00	3,14	206	0,289
10	3,14	3,27	59	0,083
11	3,27	3,40	05	0,007

De los resultados del Cuadro 20, se obtuvo también la Figura 13, donde se observa el perfil de los intervalos de frecuencias del parámetro grasa durante el mismo período.



**Figura 13: Frecuencias relativas de los intervalos del parámetro porcentaje de proteína en leche fresca aplicado durante el período de febrero a mayo del 2019**

#### 4.3.4. APLICACIÓN DEL PERFIL ANALÍTICO EN EL PARÁMETRO PORCENTAJE DE SÓLIDOS TOTALES

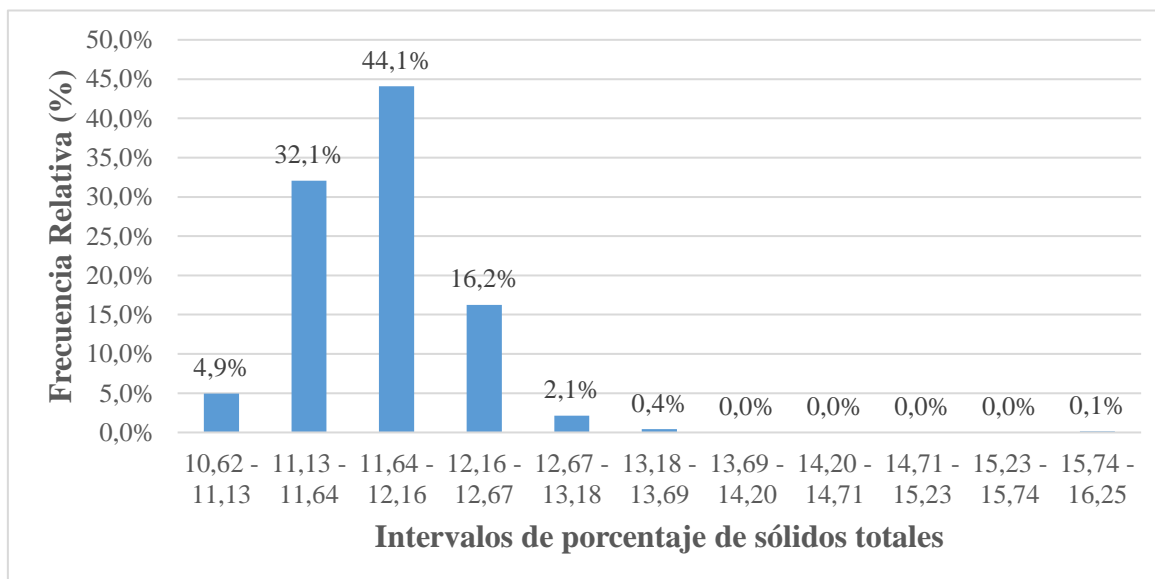
Según los resultados obtenidos del Anexo 7, el mínimo valor fue de 10,62 y el máximo 16,25 de un total de 708 resultados. Luego se obtuvieron once intervalos de porcentaje de sólidos totales, como se observa en el Cuadro 21, del cual se determinó las frecuencias absolutas y relativas de cada uno.

En la Figura 14 se observa que a partir del rango 11,13 hasta 12,67 de porcentaje de sólidos totales, las frecuencias relativas acumulan un total de 94,5 por ciento, comparando con la Figura 10 que presentó una frecuencia relativa de 92 por ciento y un rango de 11,11 hasta 12,77 por ciento de sólidos totales. Asimismo, ambos rangos cumplen con el Decreto Supremo DS 007-2017 del MINSA (2017) que establece el mínimo contenido de sólidos totales de 11,40 g/100g.

**Cuadro 21: Intervalos y frecuencias del parámetro porcentaje de sólidos totales en leche fresca aplicado durante el período de febrero a mayo del 2019**

Intervalos	Límite inferior de porcentaje de sólidos totales	Límite superior de porcentaje de sólidos totales	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa
01	10,62	11,13	35	0,049
02	11,13	11,64	227	0,321
03	11,64	12,16	312	0,441
04	12,16	12,67	115	0,162
05	12,67	13,18	15	0,021
06	13,18	13,69	03	0,004
07	13,69	14,20	0	0,000
08	14,20	14,71	0	0,000
09	14,71	15,23	0	0,000
10	15,23	15,74	0	0,000
11	15,74	16,25	01	0,001

De los resultados del Cuadro 21, se obtuvo también la Figura 14, donde se observa el perfil de los intervalos de frecuencias del parámetro grasa durante el mismo período.



**Figura 14: Frecuencias relativas de los intervalos del parámetro porcentaje de sólidos totales en leche fresca aplicado durante el período de febrero a mayo del 2019**

#### 4.3.5. APLICACIÓN DEL PERFIL ANALÍTICO EN EL PARÁMETRO PH

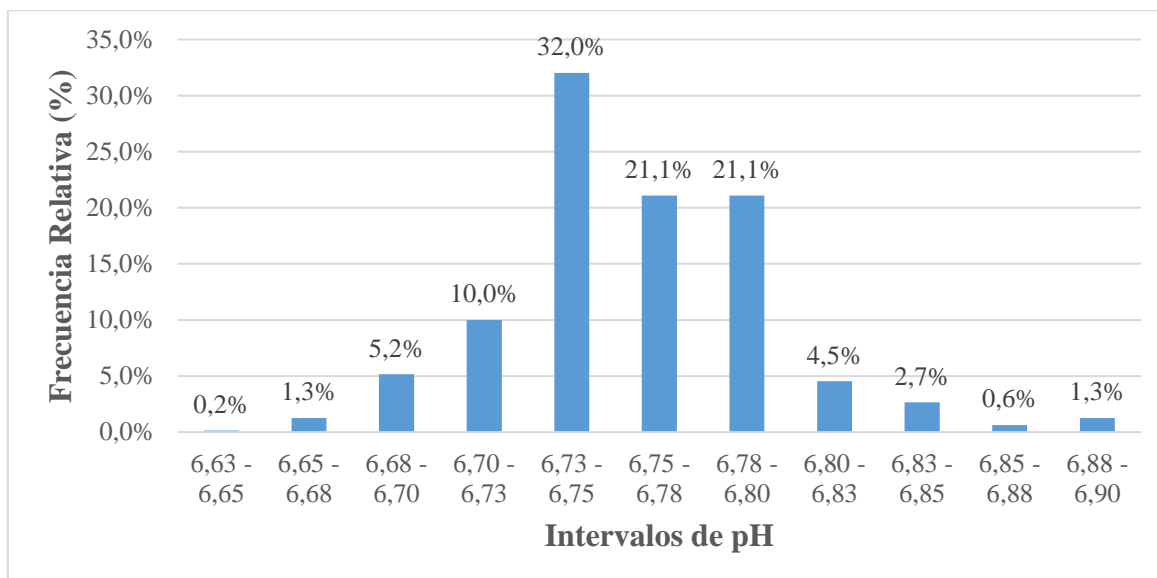
Para la aplicación del parámetro pH, se tomaron los resultados del Anexo 8, donde se tomaron 640 datos, donde el mínimo valor fue de 6,63 y el máximo de 6,90 y se obtuvo once intervalos de frecuencia los cuales se detallan en el Cuadro 22.

**Cuadro 22 : Intervalos y frecuencias del parámetro pH en leche fresca aplicado durante el período de febrero a mayo del 2019**

Intervalos	Límite inferior de pH	Límite superior de pH	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa
01	6,63	6,65	01	0,002
02	6,65	6,68	08	0,013
03	6,68	6,70	33	0,052
04	6,70	6,73	64	0,100
05	6,73	6,75	205	0,320
06	6,75	6,78	135	0,211
07	6,78	6,80	135	0,211
08	6,80	6,83	29	0,045
09	6,83	6,85	17	0,027
10	6,85	6,88	04	0,006
11	6,88	6,90	08	0,013

De los resultados del Cuadro 22, se obtuvo también la Figura 15, donde se observa el perfil de los intervalos de frecuencias del parámetro grasa durante el mismo período.

Analizando la Figura 15, se observa que las frecuencias de pH desde 6,68 hasta 6,83 acumulan un total de 90,9 por ciento lo cual coincide con el rango de la Figura 11, que fue evaluado durante los meses de febrero a diciembre del 2018, donde la frecuencia acumulada fue de 93 por ciento para los mismos valores de pH.



**Figura 15: Frecuencias relativas de los intervalos del parámetro pH en leche fresca aplicado durante el período de febrero a mayo del 2019**

#### 4.4. VERIFICACIÓN DEL PERFIL ANALÍTICO

##### 4.4.1. VERIFICACIÓN DEL PERFIL ANALÍTICO EN ESTABLOS

Los valores finales del perfil analítico que se detallaron en el Cuadro 18 se verificaron en los resultados de los análisis de recepción de leche fresca en los establos Huacho, Lecherito y Valera (seleccionados al azar), y se muestra en el Cuadro 23. Cabe mencionar, que estos resultados también pasaron por la prueba de alcohol 76° y obtuvieron resultado negativo a la coagulación, manteniendo así los mismos criterios de selección al proceso UHT.

**Cuadro 23: Resultados de los análisis de porcentaje de grasa, proteína, sólidos totales y pH en leche fresca de los establos Huacho, Lecherito y Valera**

Repetición	Proveedor	Porcentaje de grasa	Porcentaje de proteína	Porcentaje de sólidos totales	pH
R1	Huacho	3,39	2,95	11,37	6,77
R2	Huacho	3,43	2,88	11,25	6,76
R3	Huacho	3,50	2,84	11,16	6,80
R1	Lecherito	3,40	3,18	12,32	6,81
R2	Lecherito	3,40	3,21	12,32	6,78
R3	Lecherito	3,36	3,11	12,15	6,75
R1	Valera	3,99	3,02	12,49	6,81
R2	Valera	3,75	3,05	12,34	6,81
R3	Valera	3,92	3,14	12,67	6,74



Cada uno de los resultados del Cuadro 23 fueron verificados bajo la prueba cualitativa de capilaridad donde la leche es sometida a 140 °C por 5 minutos y es capaz de presentar resistencia térmica y no coagular lo cual afirma que esta leche puede ser seleccionada para el proceso UHT.

Se hizo una comparación de los resultados del Cuadro 23 con el perfil obtenido en el Cuadro 18 para evaluar a cada proveedor y hacer un análisis de los resultados obtenidos.

**Cuadro 24: Verificación del perfil analítico de leche fresca en los establos Huacho, Lecherito y Valera**

<b>Establos</b>	<b>Porcentaje de grasa (3,28 - 4,16)</b>	<b>Porcentaje de proteína (2,52 - 3,27)</b>	<b>Porcentaje de sólidos totales (11,11 - 12,77)</b>	<b>pH (6,68 - 6,83)</b>
<b>Huacho</b>	3,39 - 3,50 (Sí)	2,84 - 2,95 (Sí)	11,16 - 11,37 (Sí)	6,76 - 6,80 (Sí)
<b>Lecherito</b>	3,36 - 3,40 (Sí)	3,11 - 3,21 (Sí)	12,15 - 12,32 (Sí)	6,75 - 6,81 (Sí)
<b>Valera</b>	3,75 - 3,99 (Sí)	3,02 - 3,14 (Sí)	12,34 - 12,67 (Sí)	6,81 - 6,74 (Sí)

En el Cuadro 24 cada uno de los valores cuantitativos son los valores mínimo y máximo del Cuadro 23. Estos valores se encuentran dentro del rango del perfil analítico de cada parámetro como son porcentaje de grasa, proteína, sólidos totales y pH, siendo conforme los resultados en los proveedores seleccionados al azar Huacho, Lecherito y Valera.

La prueba de alcohol se realizó con la finalidad de saber si la leche es o no capaz de resistir el proceso térmico a UHT, tal y como lo menciona Bylund (2003), donde indicó que uno de los objetivos de esta prueba es determinar si la leche fresca está ácida, cuyo origen puede ser por un elevado recuento de bacterias; un equilibrio salino inaceptable y contener elevado contenido de seroproteínas. Periago (2009), citado por De la Sota (2016), indicó que la leche cuando se encuentra en presencia de alcohol etílico se produce una deshidratación parcial o total que puede tener como consecuencia final la pérdida del equilibrio de sus componentes y la floculación de las proteínas. Además, Bylund (2003), agregó que la leche ácida tiene baja estabilidad térmica. La prueba de capilaridad, como se mencionó en el punto 3.2.5, la

leche fue sometida a 140°C por cinco minutos, esto simuló el proceso de UHT y ayudó a comprobar que la leche es de calidad conforme al tratamiento térmico a alta temperatura.

Por último, teniendo como referencia el método utilizado por Rodríguez (2019), que utilizó leche concentrada, acondicionada y estandarizada de vaca (leche con fosfatos reguladores de acidez que permiten que las proteínas lácteas sean capaces de resistir el tratamiento térmico) de la cuenca de Majes evaluados durante once meses desde julio del 2016 hasta mayo 2017 y su verificación con la prueba de capilaridad por tres meses desde junio a agosto del 2017, se obtuvo en la presente investigación un perfil analítico para leche fresca de vaca proveniente de los establos de la provincias de Lima, Huaura y Cañete el cual se verificó con la prueba de alcohol 76° y la de capilaridad durante los meses de febrero a diciembre del 2018 (periodo de evaluación y análisis) y febrero a mayo del 2019 (periodo de aplicación y verificación) se demostró que la aplicación del método predictivo en la utilización del perfil analítico de las propiedades fisicoquímicas, sí es factible la selección de leche fresca de vaca para el proceso UHT.

## V. CONCLUSIONES

- Se obtuvo el perfil analítico de la leche fresca a partir de la selección de rangos de propiedades fisicoquímicas seleccionados por la mayor frecuencia de valores presentes en leches frescas aptas para procesos térmicos UHT, los que fueron: 3,28 – 4,16 de porcentaje de grasa; 2,52 – 3,27 de porcentaje de proteína; 11,11 – 12,77 de porcentaje de sólidos totales y 6,68 – 6,83 de pH, para los meses de evaluación y análisis desde febrero a diciembre del 2018.
- Los valores obtenidos de cada propiedad fisicoquímica estudiada para los meses de febrero a mayo del 2019, se encontraron dentro de los valores del perfil analítico obtenido para los meses de evaluación y análisis desde febrero a diciembre del 2018.
- Se verificó el perfil analítico obtenido para los meses de febrero a diciembre del 2018 con los resultados de los análisis fisicoquímicos de leche fresca proveniente de productores de Huacho, Lecherito y Valera, seleccionada al azar, al estar el resultado de estos análisis dentro de los rangos del perfil analítico.
- El método predictivo del perfil analítico de propiedades fisicoquímicas es útil para seleccionar leche fresca apta para el tratamiento térmico UHT.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- El perfil analítico tuvo como alcance leches frescas destinadas a UHT, por tal motivo se recomienda realizar un estudio de un perfil para destinar leches a las otras líneas de producción como quesos, manjares, leches fermentadas y otros.
- Utilizar el estudio de los factores externos en la leche fresca como son raza, alimentación, ordeño de las vacas para confirmar si éstos cambios pueden permitir una mejora de calidad en la leche para obtener un estándar de leche para el proceso UHT.

## **VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Agudelo, D; Bedoya, O. 2005. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. vol. 2, núm. 1, enero-junio, 2005, pp. 38-42. Antioquia, Colombia.

Amiot, J. 1991. Ciencia y tecnología de la leche. Universidad Laval Quebec. Editorial Acribia. Zaragoza. España.

Alais, C. 1988. Ciencia de la leche. Principios de técnica lechera Séptima impresión. Editorial Continental S.A. Impreso en México.

Alais, C. 2003. Ciencia de la leche. Cuarta edición. Editorial Reverté. Reimpresión del año 2003. Barcelona. España.

Alvarado, T. 2018. Prácticas de manejo de ordeño, acopio y su importancia en la calidad de la leche Matahuasi, Concepción y Apata – Junín. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.

Bylund, G. 2003. Manual de Industrias Lácteas. Editorial Mundi – Prensa Libros S.A. Madrid. España.

Callejo, A. 2008. Refrigeración de la leche en la granja. Editorial Confederación de Asociaciones de Frisona Española CONAFE. Publicación N° 165. Fecha de

Publicación: 2008. Fecha de Revisión: 18 de setiembre del 2019. Disponible en:  
<http://www.revistafrisona.com/Portals/0/articulos/n165/A16503.pdf?ver=2013-04-03-151122-857>

Calvo, M; Castro, M; García, A; Rodríguez, L; Juárez, M; Fontecha, J. 2014. Grasa láctea: una fuente natural de compuestos bioactivos. Revista Alimentación, nutrición y salud. Volumen 21. Número 3. Instituto de investigación en ciencias de la alimentación (CIAL). Universidad Autónoma de Madrid. España.

Cavenago, C. 2011. Tendencias en las características fisicoquímicas y microbiológicas de la leche fresca de establos de la costa norte del Perú. Trabajo monográfico para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.

Castro, J. 2007. Evaluación del contenido de grasa, proteína, y sólidos totales en la leche de tres razas de vacas lecheras en dos épocas del año en Cajamarca. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.

China, J. 2017. Tendencias anuales en las características de sólidos totales y microbiológicas de la leche fresca en la costa central del Perú. Trabajo monográfico para optar por el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.

Codex Stan 206. 1999. Norma general del Codex para el uso de términos lecheros.

Contreras, C. 2017. Propuesta de un Plan HACCP para la línea de yogurt de la Planta Piloto de Leche ABC. Trabajo de titulación para optar el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.

De la Sota, C. 2016. Relación de los parámetros físico – químicos e higiénicos de leche fresca con el rendimiento de productos lácteos en las provincias de Concepción y Jauja, Junín. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.

Gestión. 2018. “¿Cómo se encuentra Perú al consumo de leche en América Latina? Fecha de Publicación: 29 de mayo del 2018. Fecha de Revisión: 13 de junio del 2019. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/mercados/encuentra-peru-frente-consumo-leche-america-latina-234697>.

Guerrero, J; Rodríguez, P. 2010. Características físico – químicas de la leche y su variación. Estudio de caso. Empresa de lácteos El Colonial. Trabajo de graduación para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria. Managua. Nicaragua.

Fernández, E; Martínez, J; Martínez, V; Moreno, J; Collado, L; Hernández, M; Morán, F. Documento de consenso: importancia nutricional y metabólica de la leche. Revista Nutrición Hospitalaria 31: 92 – 101. Asturias. España.

Hurtado, M. 2013. Recepción y almacenamiento de la leche y otras materias primas. Editorial Innovación y Cualificación. 1º Edición. Málaga. España.

INACAL (Instituto Nacional de Calidad, Perú). 2018. NTP 202.116:2008. LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche cruda. Determinación de acidez de la leche. Método volumétrico. Tercera edición. Lima. Perú.

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, Perú). 2014. Perú. Principales Indicadores Departamentales 2008 – 2014. Fecha de publicación: Diciembre del 2014. Fecha de Revisión: 14 de agosto del 2019. Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1205/index.html](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1205/index.html).

INDECOPI (Instituto Nacional contra la Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, Perú). 2003. LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche. Cruda. Requisitos. NTP 202.001. Cuarta Edición. Lima. Perú. Fecha de Publicación: 10 de abril del 2003. Fecha de Revisión: 16 de agosto del 2019. Disponible en: <http://infolactea.com/wp-content/uploads/2015/03/723.pdf>.

Ludeña, F; Gutiérrez, L. 2016. Manual de Prácticas de Laboratorio de Industrias Lácteas. Facultad de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.

Madrid, A. 2017. Formación profesional en Industrias Lácteas. Primera edición. AMV Ediciones. Madrid. España.

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, Perú). 2018. “MINAGRI estima que producción nacional de leche alcanzará 2,7 millones de toneladas al año 2021”. Fecha de Publicación: 01 de junio del 2018. Fecha de Revisión: 13 junio del 2019. Disponible en: <https://www.minagri.gob.pe/portal/publicaciones-y-prensa/noticias->



2018/21579-minagri-estima-que-produccion-nacional-de-leche-alcanzara-2-7-  
millones-de-toneladas-al-ano-2021

MINSA (Ministerio de Salud, Perú). 2008. Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Resolución Ministerial RM 591-2008. Lima. Perú. Fecha de Publicación: 27 de agosto del 2008. Fecha de Revisión: 16 de agosto del 2019. Disponible en: [http://www.sanipes.gob.pe/archivos/biblioteca/N\\_14\\_RM\\_591\\_2008\\_MINSA.pdf](http://www.sanipes.gob.pe/archivos/biblioteca/N_14_RM_591_2008_MINSA.pdf)

Paredes, M; Reynoso, N. 2016. Propuesta de mejora para reducir las no conformidades en el proceso de envasado de leche UHT en bolsa aplicando la herramienta AMFE. Trabajo de titulación para optar por el título de Ingeniero Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.

Rodríguez, D. 2019. Obtención del perfil analítico de leche de vaca para su tratamiento térmico UHT. Trabajo académico para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.

Rodríguez, Y. 2018. Influencia de la alimentación en la composición de la leche en vacunos de crianza intensiva en la cuenca de Lima. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.

Romero, M. 2012. Análisis de un posible caso de síndrome de leche anormal (SILA) en la zona de Pupiales (Nariño). Trabajo de grado para optar al título de Zootecnista. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Palmira. Colombia.

- Suarez, M; Kizlansky, A; Lopez, L. 2006. Evaluación de la calidad de las proteínas en los alimentos calculando el score de aminoácidos corregido por digestibilidad. *Nutrición Hospitalaria*. Volumen 21. N° 1. Madrid. España.
- Vargas, J. 1999. *Elaboración de productos lácteos*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.
- Varnan, A; Sutherland, J. 1994. *Leche y productos lácteos. Tecnología, química y microbiología*. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- Viera, M. 2013. *Parámetros de calidad de leche de vacuno en los distritos de Apata, Matahuasi y Concepción en el Valle del Mantaro*. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.
- Vive sano. 2010. *Las proteínas. Suplemento III*. Patrocinado por el Instituto Tomás Pascual Sanz. Fecha de Publicación: 13 de mayo del 2010. Fecha de Revisión: 19 de setiembre del 2019. Disponible en: [http://www.institutotomaspascualsanz.com/descargas/publicaciones/vivesano/vivesano\\_13mayo10.pdf?pdf=vivesano-130510](http://www.institutotomaspascualsanz.com/descargas/publicaciones/vivesano/vivesano_13mayo10.pdf?pdf=vivesano-130510)
- Walstra, P; Geurts, A; Noomen, A; Jellema, A; Van Boekel, M. 2001. *Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos*. Editorial Acribia. Zaragoza – España.
- Wu, A. 2017. *Mejora del proceso en el envasado aséptico de bolsa UHT – Gloria SA*. Trabajo monográfico de Titulación por Examen Profesional para optar por el título de Ingeniero Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.

Zavala, J. 2005. Aspectos nutricionales y tecnológicos de la leche. Dirección General de Promoción Agraria. Ministerio de Agricultura. Fecha de publicación: julio del 2005. Fecha de revisión: 08 de julio del 2019. Disponible en: [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3\\_uibd.nsf/7AE7E7AB111562710525797D00789424/%24FILE/Aspectosnutricionalesytecnol%C3%B3gicosdelaleche.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3_uibd.nsf/7AE7E7AB111562710525797D00789424/%24FILE/Aspectosnutricionalesytecnol%C3%B3gicosdelaleche.pdf)

Zemanate, D; Grass, J. 2005. Relación de resultados entre pruebas de resazurina y conteo de células somáticas para la determinación de la calidad higiénica y sanitaria de la leche y los efectos de elevados números de células somáticas en la calidad de la leche procesada. Volumen 3. Número 1. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad del Cauca. Cauca. Colombia. Fecha de Publicación: 25 de enero del 2005. Fecha de Revisión: 16 de agosto del 2019. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6117973>

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1: RESULTADOS FISICOQUÍMICOS DEL PORCENTAJE DE GRASA EN LECHE FRESCA DESDE LOS MESES DE FEBRERO A DICIEMBRE DEL 2018

Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
3,44	3,73	3,67	3,59	3,80	3,89	3,76	3,22	3,70	3,72	3,15
3,28	3,81	3,69	3,61	3,81	3,75	3,65	3,73	4,05	3,30	3,54
3,47	3,66	3,92	3,69	3,74	3,63	3,59	3,70	3,51	3,69	2,94
3,37	3,65	4,08	3,48	3,96	3,51	3,54	3,93	3,29	3,49	3,36
3,35	3,78	3,31	3,56	3,97	3,69	3,80	4,12	3,68	3,35	3,24
3,67	3,39	3,48	3,89	3,72	3,88	3,68	3,65	3,77	3,51	3,23
3,79	3,68	3,70	3,91	3,78	3,07	3,78	3,91	3,98	3,25	3,57
3,52	3,58	3,76	3,76	3,92	3,78	3,62	3,92	4,04	3,56	3,62
3,55	3,70	3,35	3,67	3,78	3,86	3,76	4,30	3,66	3,53	3,76
3,72	3,75	3,46	3,62	3,81	4,10	3,65	3,67	3,65	3,51	3,28
4,08	3,50	3,43	3,92	3,67	3,74	3,64	3,45	3,78	3,42	3,66
3,42	3,72	3,37	3,62	3,78	3,74	3,63	3,80	4,81	3,25	3,50
3,74	3,57	3,55	3,84	3,84	3,77	3,75	3,77	3,92	3,38	3,50
3,38	3,76	3,51	3,67	4,11	3,29	3,53	3,74	3,46	3,92	3,52
2,77	3,61	3,76	3,80	3,73	3,54	3,75	3,46	3,74	3,00	3,59
3,44	3,92	3,78	3,82	3,67	3,87	3,84	3,59	3,92	3,62	3,34
3,63	3,74	3,79	3,65	3,71	3,21	3,96	3,69	3,64	3,51	3,57
3,75	3,49	3,51	3,63	3,61	4,43	3,67	3,71	3,58	3,40	3,49
4,23	3,76	3,82	3,72	3,81	3,69	3,57	3,85	3,36	3,76	3,59
3,49	3,28	3,56	3,95	3,64	4,15	3,77	3,72	3,87	3,45	3,52
3,88	3,73	4,12	3,92	3,65	4,08	3,56	3,63	3,66	3,33	3,53

<<Continuación>>

---

3,53	3,60	3,26	3,70	3,88	4,09	3,54	3,65	3,25	3,60	3,54
3,50	3,62	4,12	3,77	3,83	3,68	3,77	3,70	4,19	3,54	3,39
3,54	4,04	3,81	3,60	3,49	3,76	3,58	4,15	3,65	3,50	3,56
3,86	3,61	3,53	3,99	3,84	3,38	3,39	3,52	3,96	3,49	3,38
3,19	3,30	3,81	3,73	3,85	3,82	3,77	4,25	3,67	3,46	3,45
3,55	3,67	3,51	3,64	3,97	3,85	3,73	3,76	3,78	3,53	3,50
4,29	3,35	4,14	3,71	3,82	4,16	3,53	4,52	3,48	3,27	3,20
3,84	3,69	4,17	3,56	3,60	3,93	4,07	3,73	3,50	3,27	3,30
3,40	3,65	3,68	3,94	3,48	3,85	3,98	3,73	3,67	3,78	3,08
3,09	3,75	4,15	3,83	3,78	3,32	4,05	3,72	4,06	3,71	3,49
3,42	3,60	3,80	3,74	4,20	3,62	3,73	3,41	3,79	3,35	3,62
3,60	3,63	3,62	3,73	3,49	3,59	3,64	3,27	3,29	3,45	3,49
3,60	3,86	3,05	3,89	3,67	3,34	3,12	3,82	3,35	3,45	3,55
3,62	3,52	3,89	3,83	3,81	3,78	3,79	3,77	3,44	3,82	3,51
3,32	3,69	3,71	3,82	3,84	3,80	3,80	3,43	4,19	3,62	3,87
3,34	3,78	3,65	3,71	3,86	4,66	3,55	3,73	3,92	3,62	3,26
3,27	3,87	3,95	3,85	3,85	3,89	3,55	3,97	3,92	3,46	3,92
3,67	3,39	3,67	3,54	3,82	3,57	3,46	3,81	3,68	3,51	3,57
3,47	4,04	3,80	3,59	3,41	3,48	3,54	3,75	3,59	2,41	3,48
3,65	3,68	3,82	3,68	3,39	3,61	3,49	3,71	3,43	3,10	3,58
3,54	3,32	3,75	3,69	3,92	3,34	3,44	3,62	3,39	3,58	3,19
3,79	3,92	3,68	3,44	3,38	3,68	3,94	3,56	3,39	3,70	3,37
3,92	3,45	3,58	3,44	3,50	3,73	4,12	3,52	3,37	3,44	3,68
4,42	4,02	3,52	3,51	3,71	3,60	3,69	3,06	3,66	3,55	3,58
3,81	3,95	3,25	3,79	3,68	3,39	3,59	3,85	3,91	4,52	3,46
4,49	3,80	3,65	3,34	3,88	3,83	3,13	3,69	3,91	3,53	3,41
3,58	3,57	3,36	3,57	3,63	3,62	3,22	4,06	3,64	3,58	3,45
3,52	3,58	3,47	3,82	3,89	3,50	3,84	3,91	3,26	4,34	3,04
3,70	3,26	3,50	3,65	3,72	3,62	3,69	4,05	3,56	3,48	3,86
3,29	3,64	3,75	3,80	3,72	3,28	3,67	3,32	3,41	3,75	4,09

---

<<Continuación>>

---

3,40	3,82	4,02	3,94	3,91	3,44	3,54	3,81	3,23	2,78	3,43
3,44	3,68	3,88	3,95	3,60	3,73	3,53	3,36	3,70	3,47	3,08
3,45	3,82	3,49	3,86	3,63	3,40	3,73	3,50	4,42	3,47	3,31
3,44	3,75	3,57	3,55	3,70	3,01	3,53	3,60	3,83	3,56	3,54
3,49	3,78	3,59	3,55	3,71	3,45	3,51	3,56	3,54	3,25	3,54
3,60	3,55	3,83	4,25	3,62	4,13	3,65	3,31	3,51	3,30	3,47
3,40	3,60	4,00	3,95	3,78	3,64	3,80	3,64	3,37	3,32	3,90
4,08	3,39	3,57	3,82	3,52	3,68	3,52	3,82	3,71	3,50	4,21
3,66	3,51	3,66	3,62	3,85	3,50	3,50	4,17	4,15	3,54	3,35
3,53	3,52	3,94	4,02	3,83	3,26	3,58	3,63	4,09	3,47	3,55
3,64	3,76	3,34	3,67	3,77	3,78	3,89	3,92	3,65	3,17	3,51
3,66	3,66	3,66	3,73	3,43	3,34	3,83	3,72	3,45	3,39	3,56
3,85	3,42	3,56	3,56	3,76	3,40	3,68	3,79	3,70	3,51	3,54
4,07	3,21	3,45	3,76	3,73	3,84	3,20	3,77	3,64	3,27	3,57
3,98	3,65	3,58	3,34	3,86	3,63	3,79	3,85	3,49	3,48	2,79
3,57	3,47	3,40	3,84	3,78	3,55	3,84	4,13	3,81	3,41	3,78
3,57	3,71	3,41	3,72	3,44	3,83	3,83	3,97	3,96	3,37	2,95
3,66	3,39	3,57	3,83	3,57	4,04	3,74	4,14	4,10	3,30	2,70
3,81	3,48	3,46	3,10	3,74	3,81	3,95	3,86	3,97	3,49	3,52
3,11	3,99	3,59	3,66	4,32	3,96	3,97	3,38	3,94	3,43	3,52
3,27	3,96	3,50	3,60	3,68	3,34	3,65	3,36	3,23	3,49	3,35
3,13	3,88	3,46	3,66	3,58	3,42	4,30	3,71	3,47	3,05	3,25
2,98	3,44	3,69	3,71	3,11	3,40	3,86	4,07	3,86	3,26	3,99
3,58	3,59	3,63	3,62	3,78	3,83	3,35	3,94	3,98	3,64	3,35
3,59	3,58	2,99	3,70	3,68	3,59	3,38	3,67	3,71	3,03	3,69
3,62	3,68	3,51	3,72	3,53	3,77	3,19	3,42	3,17	3,41	3,60
3,67	3,56	3,56	3,44	3,47	3,57	3,65	3,86	4,06	3,42	3,56
3,53	3,66	3,32	3,75	3,78	3,98	3,85	3,53	3,68	3,46	3,38
3,79	4,02	3,36	3,83	3,81	3,42	3,80	3,35	3,43	3,47	2,93
3,67	3,68	3,58	3,84	3,30	3,34	3,76	3,81	3,56	3,55	3,16

---

**ANEXO 2: RESULTADOS FISICOQUÍMICOS DEL PORCENTAJE DE PROTEÍNA EN LECHE FRESCA  
DESDE LOS MESES DE FEBRERO A DICIEMBRE DEL 2018**

<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Setiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>
2,57	2,91	2,63	2,59	2,89	2,77	2,91	2,92	3,01	2,78	3,00
2,52	2,89	2,75	2,89	2,93	2,89	2,97	3,07	2,93	2,86	2,97
2,71	2,91	2,84	2,87	2,91	2,66	2,77	3,07	2,88	2,97	2,90
2,59	2,93	2,64	2,84	3,06	2,66	2,94	3,19	3,12	3,01	2,90
2,69	2,77	2,83	3,04	2,98	2,83	3,06	3,07	3,13	2,96	3,01
2,69	2,71	2,89	2,84	3,16	2,82	2,74	3,23	2,97	2,94	3,09
3,11	3,23	2,65	3,10	3,11	2,80	2,91	2,89	3,19	3,00	3,02
3,07	3,10	2,88	2,88	2,83	2,57	2,80	2,84	3,21	3,00	2,99
3,14	2,84	2,91	2,68	2,89	2,67	2,99	2,87	3,23	2,87	3,15
2,88	2,66	2,88	2,70	2,87	2,59	2,90	3,04	3,21	3,04	3,14
2,87	2,69	2,61	2,93	2,76	3,01	2,87	3,03	3,01	3,12	3,26
2,88	3,17	2,56	2,71	2,73	2,97	2,89	3,03	3,03	3,20	3,07
3,08	3,16	2,57	2,92	2,82	2,90	2,97	2,83	2,85	3,00	2,97
3,07	2,93	2,65	2,93	2,90	2,89	3,11	2,87	3,03	2,95	3,05
2,65	2,63	2,77	2,72	2,76	2,88	3,01	2,94	2,69	2,87	3,00
2,69	2,90	2,91	2,67	2,92	2,87	2,99	2,99	2,77	2,99	3,00
2,63	2,68	2,95	3,06	3,13	2,71	2,79	3,02	3,09	2,91	2,89
2,88	2,65	2,48	2,95	3,00	2,63	2,99	2,84	3,07	2,87	3,05
3,05	2,68	2,83	3,08	3,16	2,61	3,01	3,13	3,04	3,09	3,05
3,23	3,09	2,84	2,66	2,76	3,04	3,15	3,08	2,96	3,11	2,93
2,81	3,07	2,88	2,86	2,67	2,88	3,25	3,21	2,91	3,10	2,86
2,71	3,07	2,89	2,85	2,90	3,01	2,97	3,15	3,03	2,95	2,96
2,85	3,14	2,67	2,91	2,76	2,67	2,86	3,24	3,05	2,96	3,00
3,08	3,11	2,68	2,89	2,64	2,61	2,99	3,13	3,03	2,88	3,02
2,95	3,16	2,89	2,86	2,86	2,84	3,00	3,36	2,98	3,01	3,03

<<Continuación>>

---

3,11	2,89	2,84	2,70	2,89	2,70	3,02	2,78	3,23	2,96	2,91
2,92	2,74	2,77	2,66	2,73	2,33	2,95	2,67	3,14	3,05	2,99
2,74	2,69	2,68	2,68	2,69	2,56	2,96	2,72	3,31	2,97	2,92
2,72	2,64	2,87	2,83	2,82	3,08	2,78	2,96	2,95	2,92	3,03
2,58	2,65	2,68	3,00	3,04	3,01	2,92	3,02	3,00	2,85	3,04
2,75	2,86	2,64	2,72	2,97	3,00	2,84	3,03	3,07	2,97	2,99
2,74	2,86	3,15	2,92	3,20	2,86	3,02	3,04	2,97	2,93	2,97
2,75	2,75	3,36	2,91	2,64	2,86	3,02	3,14	3,22	2,79	2,88
3,08	2,67	2,61	2,63	2,88	2,68	2,73	2,93	3,09	2,97	2,88
3,05	2,87	2,82	3,07	2,89	2,84	3,11	3,12	3,00	2,99	2,94
2,84	2,87	2,74	3,23	2,60	2,61	2,87	3,11	2,90	2,93	3,00
2,76	2,67	2,60	3,00	2,90	2,69	2,78	3,08	2,84	3,00	2,95
2,65	2,90	2,84	3,10	2,73	2,82	3,02	3,00	3,20	2,95	3,07
2,80	2,80	2,78	2,65	2,86	2,84	2,97	2,84	3,31	2,89	3,03
2,69	2,70	2,84	3,12	3,10	2,86	2,95	2,72	3,31	2,95	2,96
2,81	2,79	3,02	2,71	3,04	2,88	2,96	2,90	3,02	2,99	2,97
2,74	2,67	3,01	2,94	3,15	2,84	2,78	2,94	2,94	2,85	2,89
2,74	2,87	3,21	2,69	2,73	3,00	3,33	2,84	2,90	2,86	2,92
2,74	2,90	2,98	2,87	2,70	2,91	3,37	2,82	3,21	2,91	2,99
2,76	2,89	3,13	2,65	2,90	2,70	3,19	3,00	3,12	2,96	3,02
2,67	2,93	2,84	2,91	3,08	2,69	2,91	2,98	3,09	3,00	3,12
2,76	2,67	2,84	2,72	3,12	2,60	2,81	2,97	3,05	3,00	3,15
2,73	2,64	2,77	2,86	3,13	2,83	2,99	2,82	3,18	2,88	3,14
2,80	2,67	2,61	2,87	2,66	2,76	3,05	2,84	2,99	3,00	3,12
2,83	2,86	2,74	3,07	2,76	2,70	2,86	2,72	3,12	2,96	3,14
2,85	2,72	2,55	3,04	2,81	2,86	3,05	2,93	3,06	2,92	3,21
2,88	2,70	2,85	3,02	2,86	2,61	3,00	3,02	2,90	2,92	2,98
2,84	2,71	2,56	2,90	2,87	3,04	3,03	2,96	3,40	2,94	2,98
2,80	2,85	2,58	2,88	3,08	2,94	2,93	2,91	3,11	2,95	2,83
2,69	2,93	2,57	2,58	3,22	2,91	3,05	3,21	3,37	2,97	2,87

---



<<Continuación>>

---

2,88	3,12	2,55	2,65	2,96	2,82	2,90	3,16	3,03	3,00	2,88
2,91	3,17	2,86	2,47	2,78	2,76	2,89	3,32	3,09	2,98	2,95
3,26	3,22	2,74	2,60	2,92	2,94	3,10	2,82	3,00	3,03	3,17
2,73	2,88	2,85	2,93	2,65	2,87	2,92	3,03	3,14	3,08	3,14
3,12	2,90	2,80	2,66	2,62	2,83	3,06	2,86	3,11	2,91	3,20
2,95	2,63	2,88	2,93	2,79	2,70	3,23	3,03	2,95	3,06	2,85
3,12	3,12	2,87	2,67	2,60	2,86	3,29	2,88	3,03	3,06	2,90
2,72	3,14	2,90	2,69	2,66	2,81	3,32	2,83	2,99	2,98	2,96
2,63	3,16	2,86	2,66	2,84	2,86	3,10	3,04	2,83	2,88	3,06
2,68	2,82	2,59	2,80	2,63	2,61	3,19	3,30	3,08	2,91	3,01
2,99	2,82	2,66	2,89	2,80	2,65	3,11	3,34	3,30	2,88	2,95
3,01	2,69	2,61	3,03	3,08	2,61	2,88	2,99	3,41	3,17	2,99
2,86	2,81	2,83	2,67	3,04	2,99	2,97	3,01	3,11	3,20	2,95
2,68	3,00	2,78	2,68	3,13	2,90	3,05	2,90	3,05	3,32	2,92
2,68	2,87	2,71	2,69	3,09	2,82	2,99	3,19	3,02	2,99	2,97
2,84	2,66	2,81	2,77	3,01	2,62	2,91	3,33	2,94	2,71	2,91
2,76	2,66	2,79	2,70	2,82	2,80	3,05	3,26	3,05	2,97	2,95
2,90	3,07	3,15	3,07	2,85	2,53	3,05	2,99	2,91	2,92	2,95
2,58	3,08	3,11	2,84	2,57	2,66	3,07	2,85	2,92	2,94	2,89
2,69	3,05	3,22	3,06	3,13	2,83	2,92	2,90	3,17	3,18	2,91
2,85	2,75	2,81	2,77	2,86	2,73	3,07	2,95	3,09	3,23	2,90
2,80	2,86	2,82	2,81	2,68	2,98	3,06	2,69	3,13	3,11	2,97
2,62	2,93	2,77	2,92	2,84	2,72	3,00	3,04	3,08	3,09	2,99
2,92	2,90	2,78	2,68	2,86	2,61	2,89	2,86	2,86	2,99	2,96
2,77	2,66	2,60	2,86	2,72	2,73	2,81	2,97	2,99	2,97	2,84
2,67	2,92	2,93	3,04	2,72	2,73	2,85	2,77	3,04	2,95	2,78
2,63	2,87	3,07	2,94	2,83	2,63	2,99	2,99	2,88	2,95	2,89
2,61	2,75	2,79	3,15	2,73	2,68	3,00	2,95	2,97	2,98	2,92
2,62	2,73	2,69	3,07	2,73	2,78	2,90	3,03	2,85	2,95	2,98
3,10	2,93	2,59	2,58	2,91	2,75	2,93	3,01	2,84	2,91	2,83

---

<<Continuación>>

---

3,08	2,81	3,10	2,72	2,89	2,87	2,96	3,14	3,15	3,08	2,85
3,14	3,27	2,99	2,86	2,67	2,82	2,97	3,06	3,08	3,00	2,87
2,86	3,13	3,06	2,74	2,82	2,80	3,04	3,00	3,23	3,07	2,84
2,84	3,07	2,67	3,06	3,18	2,92	3,14	2,85	3,02	2,99	2,97
2,86	2,90	2,72	2,60	3,09	2,87	3,37	2,96	2,97	3,00	2,96
2,86	2,88	2,89	2,67	3,21	3,10	3,46	2,99	2,85	2,90	2,98
2,89	2,62	2,76	2,87	2,90	2,33	3,35	2,94	3,02	2,88	3,12
2,86	2,91	2,57	2,67	2,87	2,57	3,45	3,06	3,03	2,97	3,10
3,07	2,93	2,85	2,87	2,70	2,54	2,83	2,86	2,94	2,98	3,11
3,17	2,93	2,67	2,89	2,77	2,57	3,01	3,01	3,03	2,88	3,13
2,97	2,80	2,76	2,68	2,84	2,58	3,01	3,27	3,01	2,99	3,22
2,99	2,74	2,82	2,71	3,13	2,87	3,07	3,34	2,91	2,91	2,98
3,00	3,18	2,77	2,61	3,07	2,88	2,86	3,24	2,79	2,99	2,96
2,69	3,30	2,65	2,86	3,20	2,76	3,01	3,27	2,70	2,99	2,83
2,74	3,38	2,84	2,82	2,65	3,10	2,88	3,34	3,19	2,95	2,92
2,69	2,92	2,64	2,86	2,70	2,91	3,06	3,14	3,15	2,91	2,94
2,66	2,93	2,60	2,73	2,85	3,18	3,17	3,06	3,29	3,01	2,99
2,76	2,95	2,77	2,77	2,91	2,83	3,24	3,06	2,79	2,98	3,21
2,74	3,13	2,78	2,87	2,90	2,99	3,29	2,85	3,04	2,91	3,18
2,83	2,84	2,73	2,56	2,94	2,84	3,02	2,93	3,12	3,01	3,28
2,86	3,13	2,83	2,78	2,80	2,62	2,88	2,83	3,08	2,95	3,01
2,88	2,63	2,61	2,85	2,80	2,62	2,97	3,02	3,03	2,95	2,89
2,61	2,70	2,75	2,65	2,67	2,76	3,00	3,18	3,13	2,98	2,87
2,66	2,70	2,80	2,72	2,79	2,48	3,02	3,18	3,26	3,02	3,02
2,58	2,90	2,61	2,87	3,00	2,71	2,89	3,30	3,18	2,85	2,95
2,87	2,93	2,71	2,86	3,20	2,71	2,87	3,02	3,38	2,91	3,06
2,85	2,88	2,84	2,89	2,67	2,88	2,99	2,88	2,91	2,96	3,14
2,87	3,35	2,77	2,72	2,74	2,64	3,09	2,99	2,79	3,01	3,12
2,61	2,72	2,77	2,76	2,81	2,83	3,10	3,00	3,02	3,17	3,21
2,54	3,28	2,57	2,67	2,80	2,80	3,14	2,99	2,98	3,06	2,99

---

**ANEXO 3: RESULTADOS FISICOQUÍMICOS DEL PORCENTAJE DE SÓLIDOS TOTALES EN LECHE  
FRESCA DESDE LOS MESES DE FEBRERO A DICIEMBRE DEL 2018**

<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Setiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>
11,16	11,88	11,35	11,24	12,18	11,82	11,84	11,13	11,90	11,26	11,46
10,95	11,87	11,60	11,91	12,24	11,99	11,85	12,00	12,09	11,09	11,77
11,42	11,82	11,90	11,93	12,15	11,26	11,21	11,99	11,35	11,95	10,95
11,13	11,88	11,61	11,83	12,55	11,14	11,73	12,25	11,73	11,86	11,32
11,23	11,64	11,47	12,17	12,53	11,89	12,13	12,30	11,84	11,48	11,58
12,16	12,33	11,26	12,47	12,53	12,02	11,63	11,47	12,40	11,87	11,45
12,02	12,23	11,80	11,95	11,80	11,00	11,20	11,61	12,85	11,86	11,32
12,21	11,78	11,86	11,68	12,18	10,96	11,95	11,67	12,47	11,10	12,23
11,68	11,33	11,90	11,58	12,22	11,39	11,49	11,99	12,50	11,96	12,36
11,69	11,37	10,82	12,00	12,15	12,44	11,47	11,86	11,97	12,12	12,54
11,70	12,22	10,93	11,53	11,78	12,34	11,72	12,42	11,86	12,36	12,29
12,14	12,16	11,01	11,97	11,95	12,51	11,87	11,37	11,49	11,86	11,52
12,43	11,78	11,13	12,18	12,06	12,03	12,25	11,26	11,95	11,62	12,20
11,26	11,31	11,34	11,50	11,76	12,02	11,93	11,75	12,20	11,14	11,82
11,49	11,73	11,78	11,59	12,21	12,01	11,95	11,91	11,57	11,73	11,82
11,19	11,52	11,80	12,34	12,81	11,15	11,23	11,93	11,80	11,96	11,44
11,25	11,42	11,02	12,20	12,31	11,22	11,93	11,20	11,91	10,82	12,04
11,94	11,47	11,99	12,44	12,61	11,35	11,79	12,19	11,31	12,34	12,10
12,58	12,48	12,01	11,74	11,70	12,40	12,57	12,31	11,25	12,22	11,51
11,61	12,24	11,84	12,03	11,34	12,50	12,60	12,73	11,27	12,47	11,27
11,40	12,33	11,91	12,02	12,08	12,45	12,06	12,01	12,08	11,84	11,52
11,74	12,22	11,39	12,01	11,73	11,10	12,07	12,27	11,86	11,73	11,90
12,15	11,97	11,30	11,96	11,32	12,03	11,83	12,07	11,81	11,20	11,87
12,39	12,26	11,95	11,98	12,11	11,91	11,88	12,54	11,38	12,13	11,96
12,27	11,85	11,79	11,28	12,18	14,07	11,95	10,94	12,35	11,67	11,14

<<Continuación>>

---

12,34	11,89	11,12	11,36	11,51	14,72	12,00	10,96	12,37	12,05	11,90
11,70	10,93	11,60	11,45	11,45	14,05	12,07	11,25	12,54	11,86	11,27
11,39	11,05	11,65	12,08	11,83	12,80	11,41	11,83	11,76	11,49	11,91
11,48	11,35	11,65	12,48	12,29	12,67	11,60	11,83	11,69	11,10	11,93
11,51	11,73	11,30	11,68	12,47	12,68	11,35	11,85	11,46	11,87	11,87
11,48	11,77	12,43	12,08	12,70	11,92	11,99	12,03	12,11	11,75	11,59
11,50	11,87	12,60	11,95	11,31	11,99	11,87	12,50	12,23	11,12	11,51
12,00	10,90	11,32	11,49	12,12	11,02	11,31	13,31	12,17	11,76	11,33
12,45	11,79	11,77	12,43	12,06	11,97	11,82	12,42	11,84	11,99	12,34
11,57	11,82	11,59	12,71	11,18	11,42	11,37	13,06	11,39	11,52	11,56
11,59	11,33	11,10	12,49	12,21	11,28	11,05	11,86	11,67	11,83	11,50
11,08	11,67	11,64	12,46	11,55	11,93	12,28	11,75	12,29	11,69	12,10
11,55	11,52	11,81	11,75	12,12	11,92	11,95	10,86	12,55	11,17	11,83
11,12	11,15	11,78	12,51	12,56	12,04	11,92	11,68	12,39	11,73	11,72
11,63	11,64	11,97	11,53	12,65	12,18	11,89	11,54	11,96	11,87	11,78
11,98	11,20	12,24	12,10	12,66	12,44	11,25	12,41	11,48	11,03	11,19
11,65	11,84	12,58	11,34	11,57	12,45	12,73	11,41	11,33	11,12	11,30
11,36	11,85	11,89	12,11	11,47	12,28	12,74	11,39	12,29	11,81	11,34
11,16	11,87	12,51	11,52	12,17	11,33	12,70	11,89	12,34	11,94	11,87
11,72	11,80	11,79	12,17	12,73	11,60	11,45	11,82	12,18	11,93	12,24
11,77	11,15	11,76	11,65	12,98	10,98	11,30	11,71	12,12	11,88	12,15
11,35	11,28	11,65	11,93	12,98	11,83	11,84	11,20	12,28	11,19	12,34
11,60	11,33	11,21	12,05	11,34	11,60	11,86	11,11	11,41	11,79	12,12
11,66	11,93	11,01	12,52	11,71	11,21	10,94	11,39	11,75	11,66	12,25
11,68	11,36	11,34	12,56	12,60	12,08	11,94	12,21	11,75	11,26	12,48
11,76	11,35	11,86	12,33	12,12	11,40	11,80	11,91	11,25	11,85	11,80
11,61	11,23	11,40	12,10	11,75	12,46	11,89	11,70	12,52	11,88	11,79
11,40	11,73	11,18	12,05	12,56	12,27	11,63	11,30	12,40	11,80	11,63
11,24	11,96	11,07	11,28	12,78	12,87	11,83	12,15	12,62	11,75	11,11
11,54	12,26	11,34	11,88	12,31	11,94	11,38	12,31	12,11	11,74	11,85

---

<<Continuación>>

---

11,84	12,02	11,78	11,57	11,80	11,64	11,31	12,47	12,00	11,73	11,76
12,53	12,31	12,06	11,68	11,82	12,33	11,88	11,94	11,65	11,50	12,33
11,39	12,05	11,83	11,99	11,32	11,81	11,42	11,99	11,97	10,99	12,18
12,16	11,85	11,75	11,38	11,25	11,83	11,80	11,74	11,81	11,04	12,42
11,85	10,98	11,81	12,07	12,14	11,22	11,96	11,84	11,36	12,05	11,09
12,21	12,27	11,75	11,35	11,18	11,98	12,49	11,44	11,71	12,22	11,36
11,71	11,95	11,77	11,33	11,31	11,94	12,71	11,30	11,54	11,64	11,92
11,87	12,31	11,72	11,32	12,01	11,92	11,97	11,22	11,37	11,43	12,06
11,98	11,89	11,35	12,57	11,31	11,21	12,22	12,55	11,95	11,12	11,96
12,07	11,83	11,03	12,12	11,88	11,17	11,93	12,47	12,51	12,54	11,67
12,28	11,32	11,10	11,51	12,43	11,04	11,42	11,76	12,70	12,21	11,75
12,32	11,69	11,70	11,18	12,57	12,33	11,10	11,86	12,21	12,37	11,55
11,25	12,36	11,90	11,41	12,58	12,43	11,98	11,41	12,02	12,57	11,10
11,33	11,71	11,12	11,43	12,37	11,87	11,31	12,43	11,84	11,90	11,73
11,64	11,26	11,42	11,94	12,56	11,23	11,72	12,55	11,22	11,74	11,09
11,64	11,02	11,42	11,56	11,99	11,83	11,72	12,47	11,88	11,71	12,08
11,58	12,34	12,51	12,41	12,01	10,88	11,90	11,27	11,25	11,78	12,29
11,04	12,41	12,60	12,18	11,54	11,26	11,84	11,61	11,14	10,78	11,40
11,21	12,31	12,68	12,53	12,52	11,95	11,33	11,20	12,20	12,23	11,05
11,37	11,04	11,43	11,45	11,59	11,90	12,02	14,76	12,63	12,17	11,32
11,63	11,62	11,73	11,88	12,07	11,34	11,97	11,52	12,74	12,42	11,22
11,50	11,74	11,75	12,08	11,25	12,01	12,00	11,61	12,02	12,18	11,79
11,12	11,92	11,68	11,94	12,00	11,11	11,48	11,83	12,10	12,16	11,85
11,73	11,87	11,71	11,39	12,04	11,17	11,32	11,24	11,34	11,53	11,78
11,73	11,13	11,11	11,98	11,61	12,14	11,55	11,81	11,75	11,58	10,81
11,28	11,79	12,26	12,73	11,65	12,16	11,33	10,98	11,81	11,47	11,03
11,10	11,70	12,51	12,41	12,04	11,38	11,93	11,78	11,19	11,40	11,98
11,59	11,26	11,76	12,55	11,36	11,63	11,70	12,03	11,83	11,78	12,32
11,35	11,33	11,04	12,43	11,35	11,85	11,27	12,34	11,36	11,70	11,50
12,13	11,91	11,46	11,28	12,07	11,80	11,28	13,16	11,27	11,29	11,97

---

<<Continuación>>

---

12,08	11,43	12,39	11,51	12,19	11,84	11,38	12,62	12,49	12,05	11,23
12,24	12,51	12,28	11,99	11,51	11,95	12,30	11,95	12,30	11,85	11,20
11,69	12,37	12,49	11,97	12,00	11,42	11,80	11,84	12,61	11,99	11,35
11,73	12,37	11,22	12,26	12,68	12,24	13,43	11,57	11,84	11,80	11,89
11,76	11,90	11,31	11,56	12,69	12,44	12,95	11,78	11,85	11,81	11,91
11,77	11,91	11,69	11,42	12,70	12,58	12,71	11,98	11,39	11,05	11,80
11,80	11,27	12,05	11,85	12,01	11,95	12,68	11,49	12,12	11,15	12,62
11,85	11,91	11,17	11,14	12,05	11,59	12,73	12,09	11,47	11,52	12,53
12,18	11,17	12,31	11,95	11,19	13,12	11,63	11,60	11,81	11,85	12,59
12,05	11,92	11,87	11,97	11,36	10,98	11,45	11,50	11,40	11,63	12,17
12,30	11,84	11,12	11,90	11,74	11,58	11,90	12,07	11,73	11,07	12,24
12,07	11,41	11,66	11,39	12,08	11,06	11,85	12,41	11,93	11,82	12,42
12,35	11,15	11,70	11,54	12,55	12,10	11,44	12,48	11,56	11,24	11,86
12,24	12,23	11,58	11,05	12,59	11,94	11,45	12,31	11,14	11,79	11,00
11,42	12,26	11,18	12,00	12,72	11,59	11,91	12,63	11,13	11,73	11,54
11,47	12,53	11,69	11,91	11,33	12,54	11,55	12,61	12,40	11,52	10,97
11,49	11,72	11,38	12,07	11,54	12,46	11,97	12,46	12,40	11,27	10,81
11,51	11,77	11,12	11,17	12,06	12,73	12,30	12,14	12,61	11,85	11,85
10,96	11,86	11,73	11,49	12,79	12,07	12,42	12,05	13,07	12,22	12,23
11,14	12,33	11,76	11,97	12,82	12,55	12,59	11,20	12,29	11,40	12,32
11,72	11,61	11,89	11,07	12,75	12,02	11,34	12,10	11,99	11,54	12,51
11,52	12,34	11,74	11,70	11,94	11,09	11,46	11,13	11,36	11,67	11,72
11,48	11,45	11,14	11,92	11,85	11,15	12,32	11,90	11,58	11,16	11,18
10,83	11,27	11,82	11,31	11,38	12,19	11,88	11,73	11,88	11,81	12,21
10,91	11,27	11,81	11,65	11,41	11,65	12,01	12,47	12,42	11,64	12,35
11,15	11,79	11,26	11,93	12,36	11,80	11,22	12,54	12,42	11,46	11,55
11,74	11,82	10,97	11,91	12,62	11,55	11,11	11,85	12,51	11,01	12,26
11,72	11,87	11,74	11,99	11,37	12,07	11,23	11,23	11,07	11,61	12,27
11,78	12,39	11,67	11,35	11,50	11,31	11,93	11,90	11,61	11,76	12,22
10,94	10,92	11,64	11,95	12,18	12,03	12,11	11,94	12,27	12,59	12,46

---

**ANEXO 4: RESULTADOS FISICOQUÍMICOS DE PH EN LECHE FRESCA DESDE LOS MESES DE FEBRERO A  
DICIEMBRE DEL 2018**

<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Setiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>
6,77	6,90	6,82	6,78	6,80	6,68	6,81	6,74	6,72	6,79	6,81
6,79	6,89	6,85	6,70	6,81	6,70	6,78	6,75	6,72	6,77	6,81
6,79	6,72	6,73	6,81	6,79	6,75	6,79	6,74	6,75	6,75	6,74
6,80	6,78	6,75	6,73	6,72	6,78	6,75	6,69	6,75	6,75	6,75
6,81	6,82	6,73	6,73	6,74	6,77	6,78	6,87	6,72	6,74	6,74
6,83	6,75	6,74	6,77	6,76	6,71	6,80	6,84	6,71	6,73	6,81
6,79	6,73	6,75	6,77	6,81	6,66	6,75	6,77	6,71	6,78	6,78
6,81	6,72	6,79	6,80	6,75	6,70	6,79	6,72	6,76	6,73	6,77
6,77	6,75	6,79	6,73	6,79	6,77	6,79	6,77	6,74	6,74	6,84
6,77	6,84	6,74	6,68	6,78	6,80	6,75	6,77	6,76	6,75	6,77
6,81	6,77	6,73	6,74	6,77	6,77	6,78	6,76	6,77	6,76	6,73
6,82	6,82	6,75	6,74	6,77	6,81	6,79	6,73	6,77	6,77	6,74
6,82	6,80	6,79	6,74	6,73	6,77	6,76	6,73	6,74	6,77	6,73
6,90	6,80	6,80	6,79	6,74	6,74	6,80	6,73	6,74	6,78	6,73
6,81	6,78	6,76	6,76	6,75	6,73	6,74	6,74	6,75	6,77	6,74
6,79	6,78	6,76	6,76	6,75	6,74	6,77	6,70	6,75	6,78	6,76
6,76	6,93	6,81	6,75	6,74	6,74	6,74	6,74	6,76	6,76	6,70
6,81	6,79	6,75	6,76	6,73	6,81	6,77	6,76	6,76	6,80	6,75
6,80	6,80	6,77	6,75	6,80	6,81	6,76	6,76	6,80	6,76	6,74
6,82	6,82	6,86	6,82	6,79	6,79	6,76	6,76	6,75	6,76	6,77
6,79	6,79	6,81	6,78	6,71	6,75	6,78	6,73	6,77	6,75	6,75
6,71	6,84	6,76	6,72	6,74	6,74	6,81	6,75	6,78	6,75	6,75
6,79	6,84	6,75	6,69	6,74	6,74	6,79	6,74	6,76	6,80	6,78
6,79	6,81	6,74	6,74	6,79	6,75	6,76	6,79	6,78	6,77	6,74

<<Continuación>>

---

6,78	6,73	6,71	6,73	6,75	6,82	6,76	6,77	6,71	6,76	6,72
6,80	6,79	6,79	6,74	6,78	6,81	6,77	6,77	6,76	6,76	6,72
6,80	6,80	6,78	6,74	6,72	6,80	6,76	6,77	6,78	6,76	6,73
6,79	6,79	6,76	6,76	6,73	6,73	6,68	6,74	6,78	6,76	6,77
6,75	6,85	6,76	6,72	6,74	6,77	6,69	6,73	6,75	6,75	6,78
6,77	6,86	6,75	6,75	6,77	6,86	6,70	6,74	6,78	6,76	6,77
6,83	6,80	6,74	6,74	6,70	6,77	6,75	6,72	6,74	6,79	6,74
6,85	6,78	6,77	6,73	6,73	6,80	6,74	6,74	6,80	6,72	6,77
6,84	6,78	6,78	6,72	6,73	6,78	6,71	6,75	6,76	6,71	6,75
6,79	6,80	6,77	6,78	6,75	6,69	6,76	6,72	6,72	6,66	6,75
6,81	6,83	6,74	6,86	6,82	6,74	6,75	6,75	6,77	6,71	6,77
6,76	6,90	6,70	6,87	6,77	6,77	6,75	6,69	6,80	6,65	6,77
6,81	6,79	6,75	6,72	6,79	6,73	6,87	6,77	6,72	6,76	6,75
6,75	6,85	6,75	6,74	6,76	6,83	6,77	6,76	6,73	6,74	6,75
6,78	6,85	6,74	6,74	6,80	6,84	6,77	6,74	6,73	6,74	6,72
6,80	6,85	6,76	6,72	6,79	6,79	6,75	6,85	6,73	6,74	6,71
6,75	6,85	6,79	6,77	6,80	6,80	6,78	6,71	6,73	6,74	6,79
6,76	6,88	6,76	6,74	6,80	6,75	6,73	6,80	6,78	6,75	6,72
6,80	6,87	6,80	6,73	6,72	6,82	6,82	6,76	6,69	6,75	6,77
6,83	6,87	6,79	6,75	6,75	6,79	6,82	6,70	6,69	6,74	6,74
6,81	6,83	6,81	6,73	6,70	6,84	6,80	6,75	6,75	6,74	6,73
6,78	6,74	6,72	6,72	6,71	6,76	6,78	6,75	6,72	6,75	6,74
6,77	6,76	6,74	6,79	6,71	6,76	6,78	6,77	6,72	6,74	6,72
6,75	6,76	6,74	6,71	6,69	6,79	6,76	6,77	6,72	6,71	6,66
6,78	6,77	6,73	6,74	6,73	6,79	6,78	6,73	6,72	6,68	6,66
6,78	6,80	6,72	6,72	6,77	6,77	6,74	6,77	6,73	6,71	6,79
6,77	6,78	6,71	6,75	6,76	6,77	6,74	6,76	6,72	6,68	6,77
6,78	6,78	6,75	6,74	6,75	6,74	6,74	6,76	6,74	6,73	6,72
6,74	6,77	6,77	6,79	6,75	6,79	6,78	6,75	6,73	6,72	6,76

---



<<Continuación>>

---

6,75	6,75	6,69	6,72	6,77	6,80	6,76	6,75	6,80	6,75	6,76
6,91	6,78	6,70	6,75	6,78	6,76	6,79	6,74	6,74	6,77	6,74
6,80	6,75	6,72	6,73	6,78	6,80	6,79	6,77	6,67	6,71	6,72
6,76	6,80	6,70	6,75	6,77	6,79	6,76	6,81	6,77	6,73	6,79
6,90	6,75	6,68	6,72	6,75	6,80	6,78	6,78	6,75	6,74	6,77
6,81	6,81	6,78	6,72	6,76	6,76	6,78	6,80	6,77	6,73	6,75
6,74	6,80	6,70	6,73	6,76	6,76	6,77	6,76	6,78	6,76	6,72
6,75	6,78	6,76	6,74	6,75	6,82	6,78	6,78	6,72	6,73	6,75
6,74	6,72	6,77	6,76	6,80	6,78	6,75	6,79	6,74	6,75	6,76
6,78	6,72	6,75	6,73	6,77	6,77	6,75	6,79	6,77	6,77	6,74
6,82	6,76	6,78	6,73	6,78	6,77	6,76	6,80	6,78	6,76	6,76
6,72	6,76	6,77	6,72	6,80	6,77	6,80	6,81	6,77	6,75	6,77
6,76	6,76	6,77	6,70	6,76	6,82	6,77	6,81	6,72	6,75	6,77
6,74	6,75	6,76	6,73	6,77	6,79	6,72	6,76	6,74	6,70	6,76
6,80	6,76	6,73	6,77	6,79	6,81	6,76	6,78	6,75	6,77	6,75
6,81	6,72	6,78	6,75	6,74	6,81	6,78	6,77	6,73	6,75	6,73
6,78	6,72	6,73	6,80	6,78	6,82	6,75	6,80	6,71	6,72	6,73
6,77	6,79	6,78	6,80	6,75	6,82	6,72	6,78	6,73	6,72	6,75
6,73	6,80	6,77	6,74	6,72	6,82	6,73	6,79	6,70	6,74	6,72
6,76	6,82	6,74	6,74	6,77	6,78	6,73	6,80	6,71	6,75	6,76
6,74	6,76	6,76	6,78	6,76	6,77	6,74	6,78	6,71	6,74	6,75
6,77	6,80	6,76	6,84	6,79	6,77	6,76	6,76	6,74	6,67	6,71
6,81	6,79	6,78	6,74	6,78	6,78	6,77	6,79	6,73	6,77	6,71
6,80	6,78	6,78	6,76	6,80	6,80	6,80	6,80	6,75	6,72	6,75
6,82	6,75	6,75	6,77	6,72	6,80	6,82	6,80	6,74	6,69	6,74

---

**ANEXO 5: RESULTADOS FISICOQUÍMICOS DEL PORCENTAJE DE GRASA EN LECHE FRESCA APLICADOS DESDE LOS MESES DE FEBRERO A MAYO DEL 2019**

<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>
3,50	3,32	3,49	3,82
3,82	3,37	3,53	3,86
3,97	3,38	3,57	3,79
3,50	3,15	3,46	3,46
3,24	3,57	3,52	3,55
3,61	3,63	3,19	3,52
4,87	3,31	4,06	3,90
3,19	3,73	3,85	3,66
3,32	3,67	3,45	3,48
3,95	3,77	3,42	3,68
3,30	3,31	3,64	3,71
2,97	3,96	3,68	3,95
3,56	3,23	3,31	3,44
3,54	3,37	5,59	3,71
3,19	4,04	5,38	3,33
3,59	3,39	3,53	4,07
3,13	3,46	3,57	3,65
3,34	3,69	3,59	3,49
3,29	3,10	3,44	3,51
3,76	3,52	3,60	3,29
3,61	3,51	4,80	3,78
3,32	3,44	3,74	3,77
3,18	3,42	3,48	3,89
3,34	3,37	3,56	3,84
3,50	3,88	3,49	3,87
3,32	3,29	3,49	3,83
3,49	3,29	3,39	3,42
3,51	3,38	3,45	3,39
3,43	3,46	3,79	3,44
3,64	3,30	3,41	3,58
3,41	3,45	3,77	3,67
3,67	3,30	3,91	5,11
3,49	3,56	3,75	3,57
3,19	4,91	3,74	3,84
3,42	3,62	4,29	3,37
3,39	3,39	3,59	3,81
3,16	3,36	3,37	3,81
3,65	3,30	3,37	4,05
3,79	3,31	3,47	3,56
3,78	4,23	3,49	3,63

<<Continuación>>

---

3,52	3,59	3,53	3,44
3,43	3,81	3,58	3,57
3,39	3,76	3,57	3,70
3,64	3,55	3,69	3,61
3,56	3,31	3,64	3,69
2,86	3,44	3,82	3,51
2,97	3,45	3,92	3,56
3,48	3,56	3,42	3,57
3,65	3,34	3,96	3,63
3,19	3,34	3,55	3,39
3,47	3,74	3,54	3,69
3,27	3,39	3,63	3,63
3,52	3,62	3,62	3,60
3,52	3,57	3,50	3,75
2,79	3,86	3,69	3,70
3,44	3,38	3,64	3,50
3,65	3,40	3,72	3,42
3,13	3,39	3,40	3,49
3,54	3,59	3,53	3,61
3,36	3,35	3,55	3,72
2,92	3,46	3,60	3,47
3,54	3,53	3,69	3,86
3,37	3,97	3,67	3,72
3,26	3,53	3,67	3,62
3,53	3,53	3,76	3,95
3,22	3,35	3,71	3,56
3,49	3,47	3,52	3,57
3,34	3,35	3,93	3,62
2,86	3,63	3,86	3,45
3,05	3,51	3,79	3,46
3,41	3,22	3,49	3,45
3,81	3,49	3,58	3,75
3,14	3,65	3,49	3,48
3,39	3,55	3,55	3,63
3,82	3,51	3,67	3,76
3,49	3,56	3,66	3,83
3,67	3,57	3,57	3,66
3,48	3,53	3,60	3,51
3,38	3,29	3,68	3,66
3,57	3,53	3,47	3,63
3,56	3,76	3,53	3,48
3,72	3,75	3,54	3,94
3,84	3,82	4,26	3,48
3,70	3,81	3,71	3,38
3,64	3,45	3,71	3,62
3,35	3,53	3,63	3,62

---

<<Continuación>>

---

3,09	3,47	3,50	3,66
3,18	3,40	3,53	3,59
3,37	3,61	3,23	3,40
3,34	3,61	4,16	3,49
3,46	3,47	4,17	3,62
3,51	3,49	3,80	3,53
3,46	3,33	3,79	3,60
3,64	4,46	3,69	3,69
3,52	3,17	3,87	3,49
3,63	3,56	3,38	3,70
3,22	3,43	3,56	3,74
3,57	3,52	3,64	3,71
3,58	3,41	3,75	3,68
3,49	3,35	3,67	3,64
3,46	3,54	3,64	3,16
3,56	3,44	3,73	3,62
2,91	3,43	3,71	4,11
3,83	3,55	3,59	3,51
3,53	3,39	3,84	3,59
3,19	3,56	3,64	3,74
3,51	3,54	3,80	3,63
3,60	3,38	3,79	3,78
3,46	3,72	3,71	3,40
3,46	3,42	3,41	3,55
3,41	3,49	3,87	3,57
3,56	3,53	3,48	3,43
4,51	3,44	3,62	3,55
3,48	3,48	3,59	3,76
3,33	3,47	3,72	3,86
3,72	3,63	3,67	3,49
3,55	3,54	3,63	3,61
3,23	3,43	3,55	3,61
3,59	3,59	3,59	3,60
3,36	3,70	3,67	3,52
3,59	3,66	3,46	3,74
3,33	3,76	3,54	3,72
3,36	3,57	3,84	3,70
3,19	3,55	3,61	3,82
3,53	3,86	3,64	3,55
3,45	3,66	3,53	3,62
3,66	3,47	3,82	3,58
3,21	3,45	3,64	3,66
3,58	3,49	3,48	3,72
3,56	3,45	3,66	3,43
3,51	3,61	3,92	3,68
3,44	3,60	3,59	3,80

---

<<Continuación>>

---

3,62	3,36	3,83	3,94
3,87	3,75	3,89	3,75
3,77	3,49	3,82	3,77
4,01	3,65	3,66	3,71
3,49	3,67	3,40	4,20
3,50	3,74	3,62	3,71
3,94	3,35	3,66	3,40
3,39	3,39	3,51	3,59
3,75	4,21	3,76	3,93
3,55	3,46	3,54	3,69
3,55	3,52	3,57	3,41
3,31	3,61	3,63	3,58
3,49	4,02	3,79	3,68
3,54	3,65	3,40	3,84
3,20	3,73	3,36	3,38
3,69	3,45	3,78	3,74
3,59	3,58	3,89	3,81
3,45	3,59	3,86	3,75
3,52	3,59	3,68	3,34
3,34	3,39	3,65	3,56
3,44	3,16	3,28	3,57
3,43	3,37	3,77	3,46
3,51	3,76	3,51	3,38
3,51	3,21	3,42	3,72
2,97	3,62	3,59	3,66
3,83	3,20	3,38	3,58

---

**ANEXO 6: RESULTADOS FISICOQUÍMICOS DEL PORCENTAJE DE  
PROTEÍNAS EN LECHE FRESCA APLICADOS DESDE LOS MESES DE  
FEBRERO A MAYO DEL 2019**

<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>
3,08	2,90	2,97	3,18
3,05	2,92	2,95	3,10
3,14	2,99	3,02	3,19
2,79	2,90	2,94	2,96
2,81	2,90	2,96	2,98
2,88	3,01	3,03	3,03
3,06	2,99	2,75	2,75
3,00	2,97	3,07	2,95
2,98	2,84	2,87	2,96
2,84	3,07	3,09	3,04
2,85	3,08	2,95	2,93
2,89	3,13	3,00	3,12
1,95	3,05	2,98	2,95
2,92	2,86	2,95	3,00
3,05	2,89	3,00	2,99
3,07	2,87	2,91	2,93
2,94	2,86	2,77	2,99
2,93	2,91	2,88	2,99
2,82	2,93	2,94	2,95
2,85	2,92	3,01	3,14
2,94	2,98	3,01	2,94
2,88	2,88	2,95	2,95
2,93	2,94	3,02	2,98
2,96	3,02	2,90	3,00
2,86	3,01	3,00	3,00
2,82	3,00	2,97	3,20
2,92	2,89	3,04	3,15
2,94	2,96	2,98	3,21
2,86	2,89	3,03	3,12
2,91	2,86	2,97	2,95
2,98	3,05	2,86	2,93
2,99	3,06	3,04	2,99
2,98	2,98	2,87	2,95
2,85	2,86	3,01	3,01
2,94	2,95	3,15	2,76
2,96	3,03	3,16	2,92
2,80	2,83	3,23	2,99
2,90	2,92	2,98	2,96
2,69	2,87	2,96	3,04
2,86	3,10	2,94	3,04

<<Continuación>>

---

3,00	2,92	3,13	2,97
2,85	3,02	2,94	2,94
3,08	2,87	2,85	2,97
3,10	2,93	3,00	3,04
3,17	2,93	2,93	2,99
2,96	3,13	3,04	2,95
2,90	3,12	3,04	3,04
2,83	3,19	3,04	3,01
3,05	3,14	3,04	2,99
2,96	2,97	3,02	2,96
2,72	3,03	2,98	3,01
2,84	2,90	3,01	2,95
2,90	2,94	2,98	3,03
2,94	2,99	3,01	3,05
2,84	2,83	2,92	3,05
2,89	2,86	2,97	2,98
2,96	2,93	3,01	2,97
2,78	2,88	3,06	3,02
2,89	2,99	2,96	3,03
2,95	2,98	2,96	3,02
3,10	2,75	3,04	3,04
2,91	2,92	2,97	2,92
2,67	2,98	3,01	2,96
2,96	2,91	3,04	3,15
2,90	3,12	3,08	2,95
2,84	2,94	2,95	3,00
3,08	3,04	3,04	2,96
2,88	2,89	2,95	2,98
2,69	2,98	2,96	3,03
2,99	3,00	2,97	3,18
3,00	2,95	3,19	3,08
2,90	3,01	3,14	3,20
3,01	2,89	3,21	2,93
2,93	3,12	3,00	2,99
3,10	3,02	2,99	3,05
2,90	2,94	2,90	2,94
2,74	2,97	3,04	3,15
2,85	2,99	2,99	3,12
2,82	2,91	2,98	3,03
2,95	2,98	2,98	3,01
2,94	2,87	3,00	3,07
2,98	2,93	3,09	2,99
3,02	3,15	3,11	3,03
2,96	2,94	3,02	2,87
2,78	3,02	3,09	3,02
2,97	2,95	3,04	2,91

---

<<Continuación>>

---

3,09	3,00	3,04	3,02
3,02	2,99	3,00	2,98
2,90	2,94	3,08	2,93
2,90	2,94	3,07	2,90
2,97	2,97	2,96	3,01
2,99	3,14	2,96	2,95
3,06	3,08	2,96	3,07
3,10	3,20	2,96	2,94
3,18	3,12	3,06	3,03
3,09	2,95	3,02	2,98
2,92	3,01	2,99	2,97
2,90	2,92	3,05	2,91
2,86	2,89	3,02	2,94
2,91	2,91	2,98	2,95
2,93	2,96	3,19	2,91
2,84	2,97	3,19	3,04
2,91	2,87	3,19	3,01
2,98	2,87	3,18	2,97
2,96	2,94	3,07	2,96
2,82	2,88	3,17	3,17
2,93	2,95	3,11	2,98
2,96	3,12	2,94	2,96
2,92	2,90	3,03	3,22
2,82	3,01	2,98	3,09
3,11	2,86	2,98	3,17
2,93	2,94	3,05	2,99
3,02	3,04	3,07	3,03
2,90	2,90	3,06	3,05
2,89	2,90	2,98	3,12
2,92	2,97	2,93	2,98
2,82	2,88	2,96	2,99
2,89	2,89	3,02	2,92
2,96	2,96	3,18	2,98
3,28	2,95	3,11	3,03
3,08	2,93	3,15	3,24
3,04	2,90	3,03	3,08
3,27	3,15	3,01	3,21
3,04	3,09	2,97	3,18
3,10	3,23	3,13	2,97
2,89	2,93	2,99	2,98
3,09	2,96	3,04	2,96
3,01	3,00	2,95	2,98
2,88	2,90	2,99	2,96
2,87	2,89	3,06	2,97
3,16	2,93	2,82	2,99
2,93	3,10	2,93	3,24

---



<<Continuación>>

---

3,04	3,00	2,96	2,95
2,74	3,12	3,04	2,96
2,97	2,93	3,01	3,04
2,86	3,03	2,93	2,97
3,12	3,02	3,00	2,97
2,92	3,15	3,03	2,93
2,99	3,16	2,98	3,00
2,98	3,23	2,96	2,99
2,96	3,04	3,03	2,93
2,84	3,02	3,01	3,00
3,11	2,94	3,02	3,00
2,92	3,11	2,96	2,96
2,96	2,93	3,05	3,02
2,90	3,01	3,03	2,99
2,92	2,94	2,86	2,95
2,96	2,90	2,96	3,11
2,96	3,02	3,04	2,95
2,98	3,02	2,97	3,03
2,84	3,01	2,98	2,91
3,04	2,91	3,18	2,90
3,03	3,15	3,08	3,00
3,12	2,92	3,17	3,26
3,07	3,00	3,10	3,27
2,92	3,02	2,94	3,15
3,01	3,03	3,09	3,19
2,87	2,91	3,03	3,05
2,85	2,95	3,01	3,04
2,94	2,97	2,97	2,94
3,01	2,94	2,95	3,15
3,03	2,95	2,99	2,94
2,91	2,99	3,04	3,08
2,99	2,98	3,26	3,03
2,93	2,95	3,22	3,01
2,83	2,81	3,19	2,98
2,99	2,93	3,21	3,24
2,95	2,99	3,12	3,08
2,90	3,01	3,15	3,17
3,01	2,98	3,05	2,94
2,98	2,94	2,97	2,95
2,87	3,04	2,87	2,89
2,85	3,40	3,05	3,16
3,04	3,38	3,09	2,98
2,91	3,10	2,94	3,05
3,00	2,95	2,95	3,03
2,87	3,00	3,00	3,06
2,95	2,95	3,00	3,00

---

**ANEXO 7: RESULTADOS FISICOQUÍMICOS DEL PORCENTAJE DE  
SÓLIDOS TOTALES EN LECHE FRESCA APLICADOS DESDE LOS  
MESES DE FEBRERO A MAYO DEL 2019**

<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>
12,01	11,23	11,61	12,52
12,21	11,38	11,63	12,43
12,66	11,66	11,88	12,56
11,18	11,08	11,52	11,48
10,93	11,43	11,64	11,69
12,08	11,78	11,86	11,92
11,83	11,82	11,62	11,52
13,20	11,10	11,89	12,05
10,98	12,22	12,30	12,00
11,22	12,09	11,46	11,49
11,98	12,39	11,71	12,18
16,25	12,40	11,66	11,27
11,38	11,24	11,74	11,96
11,46	12,03	11,92	12,17
12,15	11,02	11,23	11,38
11,70	11,19	13,12	11,94
11,34	12,03	13,24	11,50
11,33	11,38	11,58	12,21
10,87	11,39	11,84	12,24
11,50	11,90	11,80	11,55
11,18	10,92	11,49	11,55
11,86	11,54	11,86	11,39
11,78	11,81	12,74	12,05
11,18	11,75	11,96	12,04
10,83	11,69	11,60	12,63
11,38	11,27	11,89	12,49
11,65	12,05	11,66	12,69
11,18	11,13	11,82	12,39
11,56	11,16	11,50	11,48
11,74	11,74	11,29	11,29
11,68	11,86	12,13	11,61
11,85	11,40	11,05	11,55
11,24	11,28	11,96	11,99
11,80	11,31	12,55	12,61
11,63	11,89	12,37	11,53
10,69	12,72	12,63	12,08
12,09	10,88	11,27	11,40
11,66	11,60	11,98	11,80
11,23	12,07	12,38	11,77
11,65	11,39	12,17	11,89

<<Continuación>>

---

10,78	11,68	11,40	11,77
12,15	11,19	10,92	12,23
12,17	11,31	11,67	11,92
12,51	12,31	11,47	11,80
11,68	12,21	11,89	11,43
11,43	12,31	11,95	11,93
11,19	12,56	11,93	12,00
12,12	12,17	12,03	11,73
11,85	11,44	11,94	11,72
10,88	11,78	12,01	11,78
10,95	11,17	11,44	12,46
10,84	11,49	12,15	11,91
11,59	11,85	11,64	11,97
11,34	11,09	11,92	12,03
11,03	11,09	11,62	11,49
11,67	11,81	11,77	11,77
10,95	11,30	12,04	11,88
11,44	11,85	11,71	12,00
11,63	11,79	11,55	12,08
11,96	12,70	12,12	11,92
11,55	11,33	11,57	12,18
10,62	12,09	11,95	11,74
11,62	11,30	12,00	12,15
11,62	12,01	12,17	11,44
10,94	11,46	11,43	11,60
12,03	11,96	11,92	11,65
11,31	11,13	11,61	11,85
11,42	11,58	11,72	11,84
11,78	11,80	11,91	12,56
11,65	12,10	12,39	12,31
11,15	11,81	12,30	12,44
11,82	11,39	12,54	11,87
11,35	11,95	11,96	11,66
12,02	11,79	11,79	11,96
11,31	11,42	11,83	11,56
11,38	11,83	12,20	12,16
10,80	11,78	11,95	12,12
11,25	11,17	11,60	11,65
11,93	11,70	11,66	11,91
11,23	11,46	11,64	11,86
11,58	11,37	11,74	12,23
11,70	12,19	12,13	11,94
10,99	11,44	11,93	12,04
11,46	11,83	12,11	12,05
11,62	11,72	12,00	11,68
12,20	11,85	11,85	11,96

---

<<Continuación>>

---

11,87	11,77	11,75	11,64
11,33	11,29	12,12	11,56
11,16	11,61	12,10	11,23
11,74	11,71	11,52	11,90
11,81	12,35	11,58	11,49
12,16	12,09	11,60	12,34
12,33	12,57	12,39	11,47
12,46	12,38	12,11	11,71
12,19	11,50	11,97	11,83
11,37	11,82	11,74	11,77
11,70	11,39	11,90	11,53
11,14	11,32	11,79	11,55
11,34	11,57	11,34	11,35
11,75	11,79	12,35	12,92
11,16	11,79	12,73	11,84
11,45	11,28	12,76	11,88
11,75	11,34	12,53	11,62
11,64	11,29	12,20	11,67
11,29	12,37	12,43	12,33
11,60	11,17	12,45	11,56
11,78	12,09	11,45	11,68
11,22	11,40	11,97	12,56
11,23	11,79	11,74	12,26
12,17	11,10	11,86	12,43
11,48	11,34	12,03	11,83
11,80	11,87	12,06	11,41
11,63	11,35	12,13	12,02
10,84	11,45	11,83	12,62
11,87	11,71	11,55	11,65
11,26	11,28	11,99	11,65
11,08	11,53	11,96	11,59
11,68	11,70	12,52	11,73
11,18	11,85	12,25	11,96
12,09	11,37	12,51	12,66
12,94	11,40	11,96	12,16
11,16	12,33	11,88	12,53
12,95	12,05	11,56	12,47
12,13	12,51	12,32	11,49
11,41	11,48	11,52	11,63
12,03	11,64	12,26	11,63
11,81	11,78	11,47	11,45
12,45	11,42	11,76	11,62
11,27	11,42	12,00	11,77
12,22	12,16	13,31	12,09
11,34	11,99	11,69	12,74
11,94	11,79	12,37	11,48

---

<<Continuación>>

---

11,35	12,19	12,02	11,55
11,72	11,58	11,89	12,00
10,99	11,72	11,50	11,84
12,20	11,86	11,78	11,75
11,36	12,33	12,02	11,48
11,88	12,26	11,56	12,03
11,55	12,60	11,58	12,00
11,48	11,90	12,17	11,68
10,98	11,87	11,91	12,09
12,05	11,91	11,91	11,76
11,45	12,23	11,57	11,65
11,85	11,48	12,15	11,94
11,09	11,75	11,98	11,92
11,68	11,59	12,05	11,48
11,74	11,50	11,52	12,29
11,69	11,77	12,01	11,45
11,70	11,92	11,99	12,08
11,19	11,89	11,70	11,73
12,00	11,39	12,51	11,83
12,07	12,43	12,34	12,04
12,33	11,52	12,55	12,84
12,45	11,96	12,16	12,76
11,46	11,98	11,47	12,97
11,78	12,06	12,21	12,60
11,83	11,35	12,00	11,82
11,13	11,44	11,71	11,97
11,87	12,36	11,78	11,92
11,84	11,55	11,58	12,34
11,88	11,64	11,75	11,35
11,25	11,85	11,98	12,08
11,72	12,21	12,59	12,03
11,60	11,81	12,39	12,07
10,83	11,51	12,29	11,44
11,94	11,51	12,55	12,61
11,76	11,81	12,47	12,43
11,34	11,89	12,53	12,54
11,83	11,73	12,06	11,34
11,52	11,49	11,67	11,54
11,37	11,98	13,07	12,59
11,21	12,36	11,65	12,27
11,80	12,51	12,30	11,60
11,50	12,29	11,56	11,74
11,78	11,29	11,25	12,09
10,81	11,90	11,74	12,09
11,96	11,25	11,48	11,68

---

**ANEXO 8: RESULTADOS FISICOQUÍMICOS DE PH EN LECHE FRESCA APLICADOS DESDE LOS MESES DE FEBRERO A MAYO DEL 2019**

<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>
6,79	6,77	6,76	6,77
6,82	6,78	6,75	6,80
6,74	6,78	6,78	6,75
6,75	6,79	6,70	6,77
6,75	6,75	6,70	6,75
6,77	6,80	6,72	6,76
6,81	6,74	6,73	6,77
6,75	6,74	6,72	6,78
6,68	6,82	6,78	6,82
6,71	6,82	6,82	6,74
6,72	6,74	6,81	6,72
6,74	6,76	6,74	6,73
6,78	6,78	6,75	6,76
6,75	6,77	6,76	6,77
6,77	6,76	6,77	6,76
6,70	6,74	6,77	6,77
6,71	6,73	6,78	6,75
6,67	6,75	6,78	6,75
6,73	6,76	6,79	6,73
6,74	6,78	6,78	6,76
6,73	6,72	6,76	6,73
6,76	6,74	6,77	6,70
6,73	6,78	6,79	6,71
6,77	6,77	6,79	6,75
6,75	6,75	6,76	6,75
6,78	6,75	6,78	6,68
6,74	6,78	6,70	6,74
6,75	6,79	6,70	6,88
6,77	6,76	6,70	6,79
6,73	6,75	6,71	6,74
6,74	6,78	6,73	6,72
6,73	6,76	6,74	6,74
6,70	6,76	6,88	6,77
6,63	6,77	6,88	6,76
6,68	6,74	6,85	6,78
6,77	6,74	6,83	6,80
6,75	6,81	6,83	6,72
6,76	6,74	6,89	6,72
6,79	6,77	6,89	6,74
6,84	6,76	6,73	6,74

<<Continuación>>

---

6,75	6,77	6,77	6,73
6,73	6,82	6,79	6,74
6,74	6,85	6,81	6,73
6,73	6,76	6,80	6,70
6,73	6,72	6,80	6,69
6,75	6,75	6,73	6,79
6,75	6,76	6,73	6,80
6,71	6,70	6,77	6,80
6,73	6,71	6,77	6,76
6,74	6,72	6,75	6,75
6,75	6,69	6,77	6,76
6,77	6,73	6,77	6,75
6,77	6,72	6,76	6,76
6,75	6,75	6,73	6,76
6,77	6,75	6,71	6,78
6,90	6,73	6,80	6,76
6,79	6,71	6,80	6,69
6,78	6,78	6,75	6,79
6,80	6,82	6,87	6,76
6,82	6,78	6,77	6,78
6,86	6,76	6,72	6,78
6,84	6,78	6,75	6,78
6,74	6,80	6,73	6,80
6,76	6,73	6,78	6,79
6,76	6,74	6,77	6,74
6,69	6,68	6,72	6,73
6,74	6,78	6,73	6,76
6,78	6,79	6,75	6,76
6,82	6,84	6,72	6,71
6,81	6,75	6,79	6,74
6,77	6,75	6,80	6,72
6,75	6,74	6,79	6,73
6,78	6,76	6,71	6,76
6,73	6,73	6,74	6,79
6,72	6,80	6,76	6,73
6,74	6,77	6,76	6,74
6,75	6,77	6,73	6,73
6,77	6,77	6,75	6,80
6,80	6,77	6,76	6,79
6,79	6,74	6,69	6,79
6,71	6,73	6,71	6,68
6,76	6,75	6,78	6,72
6,73	6,85	6,72	6,66
6,77	6,83	6,72	6,68
6,80	6,75	6,74	6,71
6,72	6,71	6,73	6,69

---

<<Continuación>>

---

6,76	6,76	6,74	6,78
6,80	6,74	6,73	6,78
6,75	6,73	6,77	6,75
6,77	6,74	6,79	6,66
6,77	6,74	6,76	6,67
6,80	6,79	6,80	6,72
6,80	6,76	6,78	6,78
6,81	6,76	6,77	6,77
6,77	6,71	6,78	6,74
6,77	6,80	6,76	6,82
6,78	6,81	6,82	6,76
6,77	6,88	6,79	6,78
6,73	6,84	6,71	6,78
6,76	6,78	6,72	6,77
6,85	6,80	6,74	6,71
6,78	6,81	6,72	6,72
6,80	6,79	6,73	6,75
6,78	6,83	6,73	6,69
6,78	6,82	6,74	6,79
6,75	6,73	6,76	6,72
6,76	6,75	6,78	6,75
6,79	6,75	6,78	6,75
6,76	6,76	6,72	6,79
6,75	6,82	6,74	6,75
6,74	6,82	6,76	6,74
6,75	6,75	6,75	6,78
6,81	6,74	6,80	6,78
6,78	6,76	6,75	6,66
6,77	6,74	6,78	6,67
6,77	6,80	6,78	6,68
6,74	6,81	6,78	6,67
6,81	6,77	6,76	6,76
6,70	6,78	6,76	6,73
6,70	6,71	6,76	6,73
6,71	6,73	6,76	6,75
6,75	6,74	6,76	6,73
6,80	6,76	6,76	6,74
6,76	6,79	6,74	6,75
6,74	6,73	6,74	6,75
6,74	6,75	6,76	6,74
6,75	6,78	6,72	6,75
6,76	6,75	6,73	6,73
6,72	6,76	6,72	6,69
6,74	6,85	6,75	6,73
6,72	6,74	6,76	6,71
6,76	6,79	6,74	6,70

---



<<Continuación>>

---

6,80	6,80	6,76	6,75
6,81	6,72	6,74	6,72
6,81	6,72	6,73	6,68
6,81	6,73	6,80	6,67
6,81	6,86	6,83	6,71
6,75	6,88	6,75	6,72
6,74	6,84	6,80	6,72
6,75	6,80	6,78	6,77
6,71	6,74	6,74	6,73
6,73	6,75	6,72	6,72
6,77	6,77	6,71	6,70
6,74	6,78	6,74	6,74
6,74	6,80	6,76	6,83
6,72	6,80	6,78	6,76
6,76	6,79	6,78	6,76
6,79	6,78	6,79	6,73
6,76	6,75	6,78	6,73
6,78	6,75	6,75	6,70
6,78	6,74	6,78	6,73
6,75	6,76	6,71	6,68
6,78	6,73	6,73	6,71
6,77	6,77	6,72	6,68
6,76	6,77	6,75	6,75
6,80	6,77	6,79	6,86
6,77	6,79	6,84	6,79
6,76	6,88	6,79	6,75
6,74	6,78	6,75	6,75
6,76	6,79	6,77	6,76

---