

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA  
FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**“OBTENCIÓN DEL PERFIL ANALÍTICO DE LECHE  
DE VACA PARA SU TRATAMIENTO  
TÉRMICO UHT”**

Presentado por:

**DIANA MILA RODRÍGUEZ CASTILLO**

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

Lima – Perú

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA  
FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS  
“OBTENCIÓN DEL PERFIL ANALÍTICO DE LECHE VACA  
PARA SU TRATAMIENTO TÉRMICO UHT”**

Presentado por:

**DIANA MILA RODRÍGUEZ CASTILLO**

Trabajo Académico para optar el Título de  
**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Sustentado y aprobado ante el siguiente Jurado:

.....  
Mg. Sc. Fanny Ludeña Urquiza  
Presidenta

.....  
Mg Sc. Carlos Elías Peñafiel  
Miembro

.....  
Dra. Rosana Chirinos Gallardo  
Miembro

.....  
Dr. Milber Ureña Peralta  
Asesor

Lima – Perú  
2019

## **DEDICATORIA**

A mis padres por ser los principales motores para alcanzar mis sueños, a mi abuelita Mila cuyo recuerdo me impulsa para continuar logrando objetivos.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por permitirme cumplir esta meta, gracias a mi familia por su apoyo incondicional y gracias a mi asesor, el Dr. Milber Ureña, por todo el soporte y apoyo brindado en este trabajo.

# INDICE GENERAL

## RESUMEN

## ABSTRACT

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1.	LECHE DE VACA.....	3
2.1.1.	ASPECTOS GENERALES .....	3
2.1.2.	PRODUCCIÓN DE LECHE .....	3
2.1.3.	CARACTERÍSTICAS DE LA LECHE DE VACA.....	4
2.1.4.	ESTABILIDAD TÉRMICA DE LA LECHE .....	18
2.2.	TRATAMIENTO TÉRMICO.....	22
2.2.1.	PASTEURIZACIÓN .....	23
2.2.2.	EVAPORACIÓN.....	24
2.2.3.	ULTRA ALTA TEMPERATURA (UHT).....	26
2.3.	PRUEBA DE CAPILARIDAD .....	27
2.4.	LECHE EVAPORADA.....	27
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
3.1.	DEFINICIONES OPERACIONALES .....	29
3.1.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN.....	29
3.1.2.	MATERIA PRIMA E INSUMOS .....	29
3.1.3.	MATERIALES .....	36
3.1.4.	EQUIPOS.....	36
3.2.	DEFINICIÓN DEL FLUJO DE ACTIVIDADES.....	36
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>39</b>
4.1.	RESULTADOS .....	39
4.1.1.	CONTENIDO DE GRASA .....	39
4.1.2.	SÓLIDOS TOTALES.....	41
4.1.3.	GRADOS BRIX .....	42
4.1.4.	pH.....	43
4.1.5.	ACIDEZ (EXPRESADA COMO ÁCIDO LÁCTICO).....	45
4.2.	DISCUSIONES .....	46
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>56</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>57</b>

<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>58</b>
<b>VIII. ANEXOS .....</b>	<b>65</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Composición de leche de vaca.....	5
Cuadro 2: Composición de la proteína láctea (asumiendo 36 g/L de proteína y 78% de caseína).....	6
Cuadro 3: Composición de los lípidos de la leche en vacas lecheras.....	11
Cuadro 4: Composición de ácidos grasos de la leche.....	11
Cuadro 5: Composición promedio de la leche de las principales razas lecheras .....	19
Cuadro 6: Requisitos fisicoquímicos para las leches evaporadas destinadas al consumo humano. ....	28
Cuadro 7: Frecuencias del contenido graso en la leche concentrada en el periodo 1 (julio 2016 – mayo 2017) y en el periodo 2 (junio 2017-agosto 2017). ....	40
Cuadro 8: Frecuencias del contenido de sólidos totales en la leche concentrada en el periodo 1 (julio 2016 – mayo 2017) y en el periodo 2 (junio 2017-agosto 2017).....	41
Cuadro 9: Frecuencias del contenido de sólidos solubles (°Brix) en la leche concentrada en el periodo 1 (julio 2016 – mayo 2017) y en el periodo 2 (junio 2017-agosto 2017).....	42
Cuadro 10: Frecuencias del valor de pH en la leche concentrada en el periodo 1 (julio 2016 – mayo 2017) y en el periodo 2 (junio 2017-agosto 2017). ....	44
Cuadro 11: Frecuencias del valor de acidez (expresado como ácido láctico) en la leche concentrada en el periodo 1 (julio 2016 – mayo 2017) y en el periodo 2 (junio 2017-agosto 2017).....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Significado del pH y de la acidez.....	17
Figura 2: Variaciones del tiempo de coagulación de leche de vaca a 140 °C según el pH. 21	
Figura 3: Principio general de evaporación. ....	25
Figura 4: Flujo de elaboración de leche pasteurizada concentrada. ....	30
Figura 5: Densidad de leche cruda, bacterias vegetativas y esporas aerobias y anaerobias	32
Figura 6: Flujo de actividades para la obtención del perfil analítico de leche de vaca para el tratamiento UHT.....	37
Figura 7: Frecuencia simple del contenido de grasa en la leche concentrada en el periodo 1 (julio 2016 – mayo 2017) y en el periodo 2 (junio 2017-agosto 2017).....	40
Figura 8: Frecuencia simple del contenido de sólidos totales en la leche concentrada en el periodo 1 (julio 2016 – mayo 2017) y en el periodo 2 (junio 2017-agosto 2017).....	42
Figura 9: Frecuencia simple del contenido de sólidos solubles (°Brix) en la leche concentrada en el periodo 1 (julio 2016 – mayo 2017) y en el periodo 2 (junio 2017-agosto 2017).....	43
Figura 10: Frecuencia simple del pH en la leche concentrada en el periodo 1 (julio 2016 – mayo 2017) y en el periodo 2 (junio 2017-agosto 2017). ....	44
Figura 11: Frecuencia simple del valor de acidez en la leche concentrada en el periodo 1 (julio 2016 – mayo 2017) y en el periodo 2 (junio 2017-agosto 2017).....	46
Figura 12: Tiempo de coagulación de vs. pH para leche de camello a 100 (□), 120 (Δ) y 130 °C (○), y leche de vaca a 130°C (X).....	52

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: PORCENTAJE DE GRASA, SÓLIDOS TOTALES, °BRIX, pH, ACIDEZ Y RESULTADO DE CAPILARIDAD DE LA LECHE CONCENTRADA EN EL PERIODO 1 (JULIO 2016 – MAYO 2017) .....	65
ANEXO 2: PORCENTAJE DE GRASA, SÓLIDOS TOTALES, °BRIX, pH, ACIDEZ Y RESULTADO DE CAPILARIDAD DE LA LECHE CONCENTRADA EN EL PERIODO DE VALIDACIÓN (JUNIO 2017 – AGOSTO 2017) .....	84

## RESUMEN

La leche es uno de los alimentos más importantes a nivel mundial al proporcionar nutrientes esenciales y ser una fuente importante de energía alimentaria y proteínas de alta calidad. Sin embargo, dada su compleja composición, su industrialización requiere un estudio específico de las características que esta materia prima debe tener para definir su aptitud tecnológica. Así, las empresas son fuertemente dependientes de su calidad para producir los mejores productos. Esta calidad cambiante no es fácilmente predecible; sin embargo, conocerla y entenderla resulta prioritario para definir su uso ya que esto afecta la estabilidad térmica de la leche. La estabilidad térmica de la leche es una característica vital para su industrialización, de modo que, en el control de calidad, la empresa objeto del estudio realiza exhaustivos análisis a la materia prima, incluyendo la prueba de capilaridad donde colocan leche en un capilar y someterla a 140 °C por cinco minutos para evaluar su resistencia térmica. Sin embargo, los resultados de este método tienen algunas desventajas pues al ser visuales son subjetivos, dependiendo de la agudeza visual del analista y de su experiencia para ver la coagulación de la leche. Es así que este trabajo buscó una alternativa para seleccionar la leche para procesos UHT de modo que no sea indispensable, a futuro, la prueba de capilaridad para determinar la aptitud tecnológica de la leche. Para ello, se elaboró un perfil analítico definido por la recolección y análisis de datos de grasa, sólidos no grasos, grados brix, pH y acidez de muestras de leche concentrada por evaporación de la cuenca de Majes – Arequipa correspondientes al periodo Junio 2016 a Agosto 2017 de una empresa peruana dedicada a la industria láctea en contraste con los resultados de capilaridad.

**Palabras clave:** leche, UHT, estabilidad térmica, capilaridad.

## ABSTRACT

Milk is one of the most important foods over the world which provides essential nutrients and is an important energy and protein source. Nevertheless, due to its complex composition, its industrialization needs a specific research about requirements this raw material must have to define its technological aptitude. That's why different companies strongly depends of this milk's quality to produce the best dairy products. This changing quality is not easily predictable, but knowing and understand it is truly important to define its use because it affects its thermal stability. Milk's thermal stability is a vital characteristic to it industrialization so, as a quality control, company object of study makes complete analysis to the milk, which includes the capillarity test, that consist in filling a capilar with milk and submit it to 140 °C by 5 minutes to evaluate its thermal resistance. However, this results have some disadvantages for being visual and subjectives due to the fact they depends on the analyst's visual acuity and its experience to see the milk coagulation. In this context, this investigation looked for an alternative to select cow milk to UHT process to avoid capillary test as an indispensable analysis in future, to determinate the milk technological aptitude. To achieve it, this assignment made an analytical profile defined by collecting and analysing fat, non fats solids, Brix degrees, pH and acidity data of concentrated milk by evaporation from Majes - Arequipa since the period of June 2016 to August 2017 of a dairy perivian company and compare them by contrast with capillary test.

**Key words:** milk, UHT, thermal stability, capilaridad.

## I. INTRODUCCIÓN

La leche es un recurso muy valioso para el ser humano y su importancia en la alimentación humana es conocida desde hace miles de años manteniéndose aún en la actualidad, especialmente en niños y adolescentes. Desde el punto de vista nutricional aporta todos los nutrientes esenciales para la vida, pero a la vez es altamente perecedera, por tanto, es importante su industrialización para extender su tiempo de vida útil. Por otro lado, desde el punto de vista tecnológico la composición de la leche determina su calidad nutritiva, sus propiedades y su valor como materia prima para la fabricación de diversos productos alimenticios (De la Sota, 2016).

En la actualidad, más de 600 millones de personas consumen leche y productos lácteos. El consumo por habitante varía en todo el mundo según los tipos de economía y regiones del mundo. La FAO recomienda un consumo de 130 L por habitante al año. Por ejemplo, el consumo promedio de los países desarrollados bordea los 259 L; en cambio, en los países en desarrollo, el consumo solo alcanza 55 L. En estos países la demanda continua aumentando, pero queda todavía un enorme camino por recorrer, en este grupo se encuentra Perú con un consumo per cápita anual de 70 L de acuerdo a los datos de la FAO en el 2013.

El consumo de leche en el mundo está asociado al crecimiento y fortalecimiento óseo, fuente de vitaminas necesarias para el correcto funcionamiento del cuerpo humano, así como fuente de energía. Según la FAO, la leche proporciona entre el 11 y 14 por ciento del total de energía en América Latina.

La leche, como materia prima, presenta características muy variables las cuales se afectan por distintos factores como: alimentación de las vacas, edad y raza del animal, estado de salud del mismo, número de reproducciones, etc. Esto hace que su composición, calidad y estabilidad térmica también sean variables lo que resulta una limitante para la industria láctea. Así, distintas empresas del rubro en el país son fuertemente dependientes de la calidad

de esta materia prima para la elaboración de sus productos y la calidad final de los mismos y se ven afectadas cuando las características de la leche no son las óptimas para su procesamiento.

Una tecnología que se ve fuertemente afectada por estas variables es el proceso de tratamiento térmico UHT (Ultra High Temperature). Un tratamiento UHT consiste en un proceso térmico donde la leche es sometida a altas temperaturas por cortos tiempos de tal manera que permita aumentar la vida útil del producto con la mínima alteración a sus componentes; permitiendo al almacenar los productos sin refrigeración con la posibilidad de no adicionar conservantes en tanto el producto esté sellado; lo que supone varias ventajas a la industria por ahorro en costos de transporte y almacenamiento. Por otro lado, desde el punto de vista del consumidor, los productos UHT han cobrado más popularidad con los años debido a los cambios en los hábitos en la vida cotidiana; las exigencias laborales actuales, el stress, la crisis global, la seguridad alimentaria, la limitación del tiempo disponible, son algunas de las causas que generan estos cambios (Del Greco, 2010); así, las costumbres y estilos de vida de los consumidores están cambiando y cada vez demandan productos, listos para el consumo, con la menor adición de químicos posible.

Así, es prioridad para la industria definir las características requeridas de entrada de esta materia prima para poder satisfacer la demanda y generar valor en los consumidores. No obstante, como se mencionó líneas anteriores, la calidad y estabilidad térmica de la leche es muy variable, y más en nuestro país y no fácilmente predecible. En este sentido, controlar y registrar las características de la leche resulta de gran importancia para la industria láctea para su aptitud para los tratamientos UHT. Es por ello, que en este trabajo se busca satisfacer esta necesidad y obtener tener un perfil para predecir la aptitud de la leche para el tratamiento UHT ampliamente utilizado en la industria.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. LECHE DE VACA**

#### **2.1.1. ASPECTOS GENERALES**

Según la norma CODEX STAN 206-1999 para el uso de términos lecheros (FAO/OMS, 2001) se entiende como leche a la secreción mamaria normal, de animales lecheros, obtenida mediante uno o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior.

La leche proporciona nutrientes esenciales y es una fuente importante de energía alimentaria, proteínas de alta calidad y grasas. La leche puede contribuir considerablemente a la ingestión necesaria de nutrientes como el calcio, magnesio, selenio, riboflavina, vitamina B12 y ácido pantoténico. Dadas sus propiedades nutricionales, la leche resulta un alimento altamente perecedero (FAO, 2016).

#### **2.1.2. PRODUCCIÓN DE LECHE**

Según datos de FAO (2014) en las tres últimas décadas, la producción de leche mundial ha aumentado en más del 50 por ciento, de 482 millones de toneladas (1982) a 754 millones (2012): en los que la producción de leche de vaca ha registrado un crecimiento promedio anual del 2 por ciento, de 546 millones (2005) a 626 (2012).

Perú no es ajeno a estos números pues el sector lácteo tiene una tradicional importancia en la producción agropecuaria y agroindustria en el país. La ganadería vacuna es la segunda actividad en aporte al sector agropecuario, con 11,5 por ciento del Valor de producción (VP), mientras que la producción de leche evaporada y pasteurizada contribuyen con 20 por ciento

al VP agroindustrial. La actividad ganadera en el Perú involucra a una población significativa (4 500 000 habitantes), con 846 829 unidades agropecuarias que poseen ganado vacuno (Fernández, 2015).

La producción de leche en la región de Arequipa es de 379 884 toneladas anuales, lo que representa 22,2 por ciento de la producción nacional (1 705 718,7). En este departamento, la irrigación Majes es la zona con mayor concentración de producción lechera de la región y donde participan gran variedad de actores: productores de leche, acopiadores y procesadoras.

### **2.1.3. CARACTERÍSTICAS DE LA LECHE DE VACA**

#### **a. Características organolépticas**

La leche tiene normalmente un sabor suave, agradable y ligeramente dulce (Rodríguez, 2003).

#### **b. Características fisicoquímicas**

La leche es un líquido de composición compleja, blanco y opaco, de sabor dulce y pH próximo a la neutralidad. La leche resulta ser una emulsión de materia grasa, en forma globular, en un líquido que muestra analogías con el plasma sanguíneo. Este líquido es asimismo una suspensión de materias proteicas en un suero constituido por una solución neutra que contiene, principalmente, lactosa y sales minerales (Alais, 2003). En el Cuadro 1 se presenta la composición de la leche de vaca.

La composición de la leche varía en el transcurso del ciclo de la lactación. En la época del nacimiento, la mama segrega el calostro, líquido que se diferencia principalmente de la leche en sus partes proteica y salina. Asimismo, la especie del animal junto con el estado de salud también hace variar la composición de la leche (Alais, 2003).

**Cuadro 1: Composición de leche de vaca**

<b>COMPONENTE</b>	<b>COMPOSICIÓN (EN 100 g DE ALIMENTO)</b>
Energía (kcal)	63
Agua (g)	87,8
Proteínas (g)	3,1
Grasa total (g)	3,5
Carbohidratos totales (g)	4,9
Calcio (mg)	106
Fósforo (mg)	94
Zinc (mg)	0,4
Hierro (mg)	1,3
Vitamina A equivalentes totales (µg)	28
Riboflavina (mg)	0,2
Niacina (mg)	0,12
Retinol (µg)	28

FUENTE: MINSA (2009).

Cuantitativamente, el agua es el componente más importante que actúa como medio en el cual se encuentran sustancias en solución verdadera, de bajo peso molecular, unas no ionizables (azúcares, etc.) y otras ionizables (sales, vitaminas, hidrosolubles, aminoácidos), y sustancias en estado de emulsión: lípidos, esteroides y vitaminas liposolubles, en forma de glóbulos rodeados por una membrana de lipoproteínas (Varnam y Sutherland, 1995).

- **Proteína**

La leche de vaca presenta un contenido proteico que oscila entre el 3 y el 4 por ciento, distinguiendo tres categorías para el nitrógeno proteico: Las caseínas, las proteínas del lactosuero, y las proteínas minoritarias; siendo las caseínas el constituyente mayoritario siendo alrededor del 78 por ciento de las proteínas lácteas. Por su parte, las proteínas del lactosuero constituyen el 20 por ciento del nitrógeno proteico total (García *et al.*, 2014).

La composición de la proteína es un factor de gran importancia dentro de la industrialización láctea, ya que influye de manera directa sobre el rendimiento y la aptitud tecnológica de la leche. Este nutriente le da el color característico a la leche y se encuentra formando un sistema coloidal estable asociado al calcio, fósforo y magnesio (De la Sota, 2016).

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).

En el Cuadro 2 se muestra la composición de la proteína de leche.

**Cuadro 2: Composición de la proteína láctea (asumiendo 36 g/L de proteína y 78% de caseína)**

<b>PROTEÍNA</b>	<b>CONCENTRACIÓN EN LA LECHE (g/kg)</b>	<b>PROPORCIÓN EN LA PROTEÍNA TOTAL (%)</b>
Proteína total	33.0	100.0
<i>Caseínas</i>	26.0	78.5
$\alpha$ s1-CN	10.0	30.6
$\alpha$ s2-CN	2.6	8.0
$\beta$ -CN	9.3	28.4
$\kappa$ -CN	3.3	10.1
$\gamma$ -CN	0.8	2.4
<i>Proteínas del suero</i>	6.3	19.3
$\beta$ -Lactoglobulina	3.2	9.8
$\alpha$ - Lactoalbúminas	1.2	3.7
Inmunoglobulinas	0.7	2.1
Seroalbúminas	0.4	1.2
Varias	0.8	2.4
Proteínas de la membrana del glóbulo graso	0.4	1.2

FUENTE: Walstra y Jenness (1984)

– **La caseína**

La caseína es un complejo de proteínas fosforadas, es la fracción nitrogenada más abundante de la leche y constituye la parte nitrogenada más característica de la leche; no existe ninguna sustancia parecida ni en la sangre ni en el tejido de los mamíferos. La caseína precipita solo cuando se acidifica la leche a pH 4,6, por ello se le denomina “proteína insoluble” de la leche. Existen cuatro tipos de caseína presente en la leche: la  $\alpha$  – caseína,  $\beta$  – caseína,  $\kappa$  – caseína y  $\gamma$  – caseína (De la Sota, 2016).

La  $\alpha$  – caseína, que constituye 50 por ciento de la micela de la proteína, es un compuesto estratificado con fósforo y 12 grupos carboxilo, lo que le confiere una carga neta negativa, que es altamente sensible al calcio (Rodríguez, 2012).

Dentro de este grupo, la  $\alpha_{s1}$  caseína es la caseína mayoritaria de la micela en la leche bovina. El subíndice S significa “sensible” a las sales de calcio y por tanto precipitable con iones calcio; esta propiedad no está sin embargo limitada a este grupo, sino que también la tiene la  $\beta$  (Schlimme y Buchheim, 2002).

La  $\alpha_{s2}$  caseína es como la anterior mencionada, precipitable con iones calcio; asimismo existe también diversa literatura que indica otros sub grupos como la  $\alpha_{s3}$ ,  $\alpha_{s4}$ ,  $\alpha_{s5}$ ,  $\alpha_{s6}$ ; que vienen a ser tipos de  $\alpha_{s2}$  caseína pero con distinto grado de fosforilación (Schlimme y Buchheim, 2002).

La  $\beta$  – caseína también es sensible al calcio, debido a la presencia de una carga neta negativa causada por la esterificación con fósforo, este compuesto tiene la propiedad de lograr una mayor solubilidad conforme baja la temperatura, además es insoluble al pH, fuerza iónica y temperatura normal de la leche (Fox y McSweeney; citado por Alais, 1985). La  $\beta$  – caseína se encuentra en las micelas casi en las mismas proporciones que la  $\alpha_{s1}$ , y es la caseína más hidrófoba (Schlimme y Buchheim, 2002).

La  $\kappa$  – caseína, es la proteína considerada como responsable de la estabilidad de la micela. Se encuentra en la micela de caseína en una proporción de alrededor

de 13 por ciento (Schlimme y Buchheim, 2002). Está constituida por 169 restos de aminoácidos. Entre los aminoácidos 105 y 106 es el sitio de ataque de la renina dividiendo a la Kappa caseína en dos porciones, una que contiene a la región globular y que recibe el nombre de para – Kappa caseína de peso molecular de 13 000 Daltons y pasa a formar parte del coagulo, la otra porción se denomina macropéptido con un peso molecular de 6 000 Daltons tiene la particularidad de poseer cadenas de carbohidratos (glucosa, galactosamina y ácido Siálico) que le confieren la propiedad de ser altamente hidrofílico. Se cree que es el macropéptido el que estabiliza a la Kappa caseína y a todas las caseínas (Rodríguez, 2012).

La  $\gamma$  – caseína, es una mezcla de caseínas, se considera como porciones terminales de la beta caseína puesto que posee la misma secuencia de la porción terminal (Holt; citado por Rodríguez, 2012).

– **Proteína de suero**

Las proteínas del suero, incluyen:  $\beta$  – Lactoglobulina,  $\alpha$  – Lactoalbumina, albumina de suero sanguíneo e inmunoglobulinas (Rodríguez, 2012; MINAGRI, 2005).

La  $\beta$  – Lactoglobulina es el componente cuantitativamente mayoritario de la fracción de proteínas de suero (Schlimme y Buchheim, 2002). La  $\beta$ -Lactoglobulina es altamente reactiva dado que en su composición contiene dos puentes disulfuro y un grupo sulfhidrilo (Hambling *et al.*; citado por Rodríguez, 2012).

La  $\alpha$  – Lactoalbúmina es cuantitativamente el segundo componente más importante de la fracción de proteínas del suero (Schlimme y Buchheim, 2002). La  $\alpha$  – Lactoalbumina posee la función biológica de formar parte de la enzima lactosa – sintetasa (Hambling *et al.*; citado por Rodríguez, 2012).

Las albúminas de suero sanguíneo, o seroalbúminas, se encuentran en la leche en una proporción entre e. 0,7 y 1,3 por ciento de la proteína total. Al contrario que las caseínas, la  $\beta$  – Lactoglobulina y la  $\alpha$  – Lactoalbumina, la seroalbúmina no se sintetiza en la glándula mamaria sino que pasas de la sangre a la leche (Schlimme y Buchheim, 2002).

Respecto a las inmunoglobulinas, entre las más importantes están las euglobulinas que actúan como pegamento entre los glóbulos de grasa durante la formación de la capa de crema y de la mantequilla (Hambling *et al.*; citado por Rodríguez, 2012).

– **Proteínas minoritarias**

Al grupo de las proteínas y péptidos minoritarios de la leche pertenecen componentes de la membrana del glóbulo graso, así como enzimas y hormonas peptídicas (Schlimme y Buchheim, 2002).

Las glicoproteínas fijadoras de hierro lactotransferrina y transferrina, La  $\beta_2$  – microglobulina, las glicoproteínas, fibronectina y FSC (llamada componente secretor libre), la glicoproteína de la membrana del glóbulo graso butirofilina, la ceruloplasmina, que contiene calcio, fragmentos de proteosa peptona, las inmunoglobulinas minoritarias, así como enzimas y hormonas peptídicas (Schlimme y Buchheim, 2002).

Las enzimas de la leche se encuentras en la leche desnatada o en la membrana del glóbulo graso. La membrana del glóbulo graso contiene por ejemplo porcentajes altos de xantín oxidasa y de fosfatasa alcalina (Schlimme y Buchheim, 2002).

• **Grasa**

La grasa de la leche de vaca es considerada como una de las grasas más complejas de origen natural, debido a la gran cantidad de ácidos grasos con diferentes estructuras bioquímicas, peso molecular, y grado de insaturación (Harvatine *et al.*;

citado por García *et al.*, 2014). Asimismo, este nutriente figura entre los constituyentes más importantes de la leche, en razón de aspectos económicos,

nutritivos, de sabor y de las características físicas que se deben a ellos (De la Sota, 2016); además de ser el principal componente contribuyente de energía en la leche. La grasa láctea está presente como glóbulos microscópicos en una emulsión de lípidos y agua (Heid y Keenan; Singh; citado por García *et al.*, 2014), y su valor es bastante variable en la leche de vaca. Por ejemplo, en vacas Holstein, oscila entre 3,5 y 4,7 por ciento, con una relación grasa: proteína de 1,05 a 1,18 g de grasa/g de proteína (Èejna y Chládek; citado por García *et al.*, 2014).

La composición de la grasa de leche de vaca presenta entre 97 y 98 por ciento de triglicéridos, de 0,8 a 1 por ciento de fosfolípidos (lecitinas y cefalinas mayormente) y 1 por ciento de grasas insaponificables (Vargas, 1999). En los Cuadros 3 y 4, se muestra la composición de los lípidos de la leche en vacas lecheras y de los ácidos grasos de la leche respectivamente.

**Cuadro 3: Composición de los lípidos de la leche en vacas lecheras**

<b>CLASE DE LÍPIDOS</b>	<b>TOTAL DE LÍPIDOS (%)</b>
Triglicéridos	95,8
Diglicéridos	2,3
Fosfolípidos	1,1
Colesterol	0,5
Ácidos grasos libres	0,3

FUENTE: Rodríguez (2005)

**Cuadro 4: Composición de ácidos grasos de la leche**

<b>ÁCIDO GRASO</b>	<b>RANGO PROMEDIO (%)</b>
C4:0	3-5
C6:0	1-5
C8:0	1-3
C10:0	2-4
C12:0	2-5

«continuación»

C14:0	8-14
C15:0	1-2
C16:0	22-35
C16:1	1-3
C17:0	0,5-1,5
C18:0	9-14
C18:1	20-30
C18:2	1-3
C18:3	0,5-2
Otros	1-4

FUENTE: Adaptado por Jensen (2002) de Kaylegian and Lindsay (1995)

Respecto a los triglicéridos, el perfil de la grasa láctea indica que ésta es relativamente rica en ácidos grasos de cadena corta y media, lo que facilita su digestibilidad. El ácido butírico es un ácido graso específico de la grasa de la leche de rumiantes y es el responsable de conferir a la leche sabores rancios cuando es liberado a la leche por acción de las enzimas lipasas presentes en ella (Gil, 2010). Asimismo, la grasa tiene una función muy importante en el transporte de carotenoides solubles y vitaminas A, D, E y K

Existen factores nutricionales que también hacen variar el contenido graso de la leche. Una subalimentación reduce la cantidad de lactosa en la leche; sin embargo, incrementa el contenido de grasa.

- **Carbohidratos**

Los hidratos de carbono en la leche están compuestos especialmente por lactosa y, en pequeñas cantidades, algunos otros azúcares (glucosa y galactosa) y otros hidratos de carbono como glucolípidos y oligosacáridos (Gil, 2010).

La lactosa es el carbohidrato más importante de la leche, esta sustancia solo se encuentra presente en la leche, químicamente es un disacárido formado por galactosa

y glucosa, siendo una sustancia menos dulce que la sacarosa (Vargas, 1999). Es el componente menos variable de la leche; sin embargo, en la vaca la cantidad de lactosa aumenta a lo largo del ciclo de lactación, siendo su valor medio de 28-30 g/L en el calostro y de 45-50 g/L en la leche madura. Este es el componente mayoritario de la materia seca de la leche.

La lactosa se sintetiza totalmente en la glándula mamaria a partir de la glucosa sanguínea y los ácidos grasos volátiles como el ácido propiónico producido en el rumen (Gil, 2010); tiene una serie de propiedades que repercuten en las características químicas y organolépticas de la leche. Primero, tiene un sabor dulce débil aunque éste es enmascarado por la caseína. Además, es sensible al calor, de forma que puede darse el fenómeno de pardeamiento tras el calentamiento de la leche por la reacción de la lactosa con el grupo amino de las proteínas (Gil, 2010).

- **Minerales y sales**

La leche posee entre 0,7 y 0,9 por ciento de diferentes minerales que pueden variar por diversos factores, como la alimentación del animal, salud, raza, estación del año, etc. (De la Sota, 2016).

Las sales presentes en la leche se encuentran tanto disueltas como en estado coloidal formando compuestos con la caseína, lo que le atribuye determinada estabilidad térmica. En el estado de disolución se encuentran los cloruros, fosfatos solubles e indicios de sulfatos, yoduros, fluoruros y bromuros, el sodio y potasio, además, también se encuentra parte de calcio. En tanto, dentro de la fase coloidal, los minerales que se encuentran en mayor proporción son el calcio y el fósforo, los que se acompañan de pequeñas cantidades de magnesio y ácido cítrico (Casado y García; Renner; Casado y García; citado por Rodríguez, 2012).

La proporción de las concentraciones de las sales de la leche desempeña un rol importante en la estabilidad térmica de los productos lácteos, de tal forma que los iones calcio y magnesio tienden a desestabilizar el sistema proteico, mientras que los citratos y fósforo lo estabilizan (Badui, 1984).

- **Vitaminas**

Las vitaminas son sustancias orgánicas esenciales para el desarrollo de la vida y deben ser aportadas por los alimentos en cantidades suficientes. Así, el contenido vitamínico de la leche depende de la alimentación y del estado de salud del animal. Los tratamientos tecnológicos también pueden disminuir el contenido vitamínico. La leche esterilizada es la que presenta mayores pérdidas vitamínicas; sin embargo, los tratamientos de pasteurización y UHT presentan pérdidas menos significativas (Gil, 2010).

La leche contiene vitaminas como la A, D, E, K, B1, B2, B6, B12, C, carotenos, nicotinamida, biotina, ácido fólico, su concentración está sujeto a grandes oscilaciones. El calostro posee mayor cantidad de vitaminas, contiene de 5 a 7 veces más vitamina C y de 3 a 5 veces más vitaminas B2, D y E que la leche normal. También influye la época del año, tiempo atmosférico, ambiente y la alimentación; este último factor repercute especialmente en los carotenos y en la vitamina A como consecuencia de la abundante ingestión de carotenos cuando la base de la alimentación son forrajes frescos (Agudelo y Bedoya, 2005).

La vitamina E por su parte es 10 por ciento más abundante en épocas en que el ganado tiene acceso a forraje más toscos, lo cual posiblemente dependa del mayor contenido graso de la leche en verano. Por lo general, la concentración de las vitaminas hidrosolubles se conserva constantemente. En la vitamina C se observan fluctuaciones dependiendo de la alimentación. Son variadas las influencias de la manipulación de la leche sobre su contenido vitamínico ya que en el simple almacenamiento se producen pérdidas de vitaminas, dependientes de la temperatura y de las radiaciones lumínicas (Lerche, 1969).

Es importante destacar que las vitaminas hidrosolubles de la leche (vitaminas del grupo B, C, etc.) se encuentran en la fase acuosa (suero); mientras que las liposolubles (A, D, E y K) se encuentran en la materia grasa. Este hecho tiene sus repercusiones en el tipo de leche que se consume. Así, las leches semidescremadas tienen disminuida la materia grasa y, como consecuencia, las vitaminas liposolubles (Gil, 2010).

- **pH**

La leche de vaca recién ordeñada y sana, es ligeramente ácida, con un pH comprendido entre 6,5 y 6,8 como consecuencia de la presencia de caseínas, aniones fosfórico y cítrico, principalmente (Fox y McSweeney; citado por Alais, 1985). Estos valores se aplican solamente a temperaturas cercanas a 25 °C (Negri, 2005).

El pH de la leche no es un valor constante, puede variar en el curso de la lactación. El pH del calostro es más bajo que el de la leche; por ejemplo, un pH 6,0 es explicado por un elevado contenido en proteínas (Alais, 1985). El estado de lactancia también modifica el pH observándose valores muy altos (mayores a 7.4) en leche de vacas individuales de fin de lactancia (Negri, 2005).

Por otro lado, valores de pH 6,9 a 7,5 son medidos en leches mastíticas debido a un aumento de la permeabilidad de las membranas de la glándula mamaria originando una mayor concentración de iones sodio y cloro y una reducción del contenido de lactosa y de fósforo inorgánico soluble (Alais, 1985) (Negri, 2005).

Por otro lado, el pH de la leche es altamente dependiente de la temperatura. Las variaciones de la temperatura causan muchos cambios en el sistema buffer de la leche, principalmente debido a la solubilidad del fosfato de calcio (Fox y McSweeney, citado por Alais, 1985). El pH de la leche disminuye en promedio 0,01 unidades por cada aumento de 1 °C, fundamentalmente a causa de la insolubilización del fosfato de calcio. Esta variación es muy importante considerando el estrecho rango de variación del pH de la leche (Negri, 2005).

El pH también puede ser diferente entre muestras de leche fresca de vacas individuales reflejando sus variaciones en la composición (Singh *et al.*, 1997). A pesar de todos estos cambios, el pH varía en un rango muy reducido y valores de pH inferiores a 6,5 o superiores a 6,9 ponen en evidencia leche anormal (Negri, 2005).

El equilibrio ácido-base en la leche es influenciado por las operaciones de procesamiento. De esta manera, la pasteurización causa algunos cambios en el pH

debido a la pérdida de CO<sub>2</sub> y a la precipitación de fosfato de calcio. Tratamientos térmicos severos (superiores a 100 °C) resultan en una disminución del pH debido a la degradación de la lactosa a varios ácidos orgánicos, especialmente a ácido fórmico. La concentración de la leche por evaporación de agua causa una disminución en el pH cuando la solubilidad del fosfato de calcio es excedida, resultando en una mayor formación de fosfato de calcio coloidal (Fox y McSweeney, citado por Alais, 1985) (Negri, 2005).

- **Acidez**

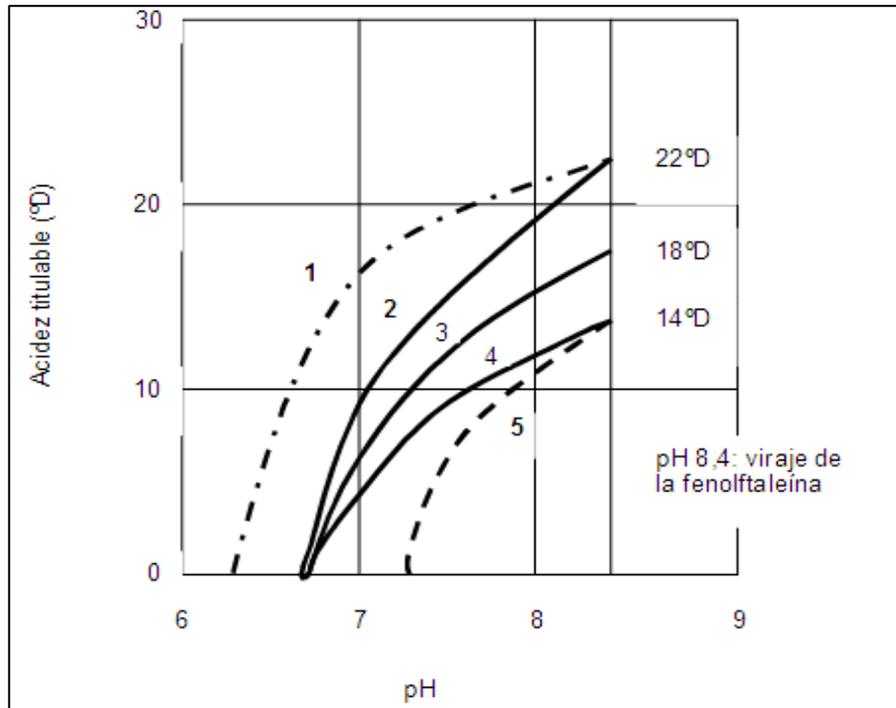
La acidez de valoración global de la leche es expresada en porcentajes de ácido láctico, y puede variar entre el 0,1 y 0,3 por ciento. La mayor parte de las leches tienen una acidez del 0,14 al 0,17 por ciento. Los componentes naturales de la leche que contribuyen a la acidez son los fosfatos 0,09 por ciento, y las caseínas 0,05-0,08 por ciento (Sánchez *et al.*, 1996).

Para identificar leches acidificadas se suele emplear la determinación de acidez titulable pero para tal situación se debería poder medir la acidez desarrollada o sea medir ácido láctico pero no existe una técnica rápida y precisa para ello. Como la acidez desarrollada es consecuencia de la acción de bacterias fermentadoras de la lactosa (bacterias lácticas) que producen un aumento de la concentración de ácido láctico, puede utilizarse la medición conjunta de pH y acidez titulable para estimar la acidez desarrollada. Valores de acidez titulable por encima de 22 °D y pH inferiores a 6,5 ponen en evidencia leche en vías de alteración por acción de microorganismos (Negri, 2005).

El pH y la acidez por titulación son dos medidas no estrictamente asociadas. El pH al ser una medida de la acidez actual de la leche se relaciona mejor que la acidez titulable con la estabilidad de la leche frente a tratamientos térmicos en la industria (Negri, 2005).

A un mismo pH dos leches pueden presentar valores de acidez diferentes y viceversa. Esto se explica en la composición de las sales de fosfato de calcio que actúan como

buffer evitando variaciones de pH aun cuando exista fermentación de lactosa retrasando su alteración. En relación a ello, leches de elevada acidez natural se conservan más tiempo que leches de la misma calidad higiénica, pero de débil acidez (Negri, 2005). La Figura 1 explica este efecto.



**Figura 1: Significado del pH y de la acidez.**

FUENTE: Alais (2003)

- 1) Leche en vías de alteración, con acidez desarrollada: pH 6,3; acidez 22 °D
- 2) Leche rica, sin acidez desarrollada: pH 6,7; acidez 22 °C
- 3) Leche de tipo medio, sin acidez desarrollada: pH 6,7; acidez 18 °C
- 4) Leche pobre, sin acidez desarrollada: pH 6,7; acidez 14 °D
- 5) Leche alcalina (mastitis): pH 7,2; acidez 14 °C

- **Densidad**

La densidad es otra medida de calidad importante en la leche. Para el caso de la leche fresca, la densidad indica en forma presumible la posible adulteración por el agregado de agua o por la remoción del contenido graso. Esta constante es afectada por la temperatura, de allí que la lectura de la densidad se refiere siempre a una temperatura fija, normalmente 15 °C y en algunos casos 20 °C (Lora, 2003).

- **Enzimas**

Son catalizadores biológicos de naturaleza proteica (provista o no de una parte no

proteica llamada coenzima o grupo prostético). Las enzimas se encuentran presentes como proteínas simples o como apoproteínas en los complejos lipoprotéicos. Las enzimas de la leche se encuentran repartidas en todo el sistema, sobre la superficie del glóbulo graso, asociado a las micelas de la caseína y en forma simple en suspensión coloidal. A pesar del gran número de enzimas presentes en la leche unos pocos revisten especial interés para el bromatólogo. Las más importantes son: Fosfatasa alcalina que sirve como indicador de la deficiente pasteurización, Lipasa, Proteasa y Xantinaoxidasa (MINAGRI, 2005).

#### **2.1.4. ESTABILIDAD TÉRMICA DE LA LECHE**

La estabilidad térmica se refiere a la capacidad de la leche para resistir a altas temperaturas de procesamiento, sin presentar coagulación o gelificación visibles (Singh; citado por Rodríguez, 2012) lo que le confiere un mayor o menor grado de aptitud para ser sometida a diversos procesos tecnológicos. Entre los múltiples factores que ocasionan inestabilidad de la leche, se encuentran la raza del animal, polimorfismo genético de la caseína, composición de la leche, pH, equilibrio mineral, tratamiento térmico (Marchini y Sanmartino, 2009).

El tratamiento térmico puede alterar irreversiblemente la estabilidad de los coloides de la leche. La esterilización de la leche concentrada, por ejemplo, puede causar simultáneamente, una defosforilación parcial de la caseína y constituyentes del suero junto a un incremento de la acidez derivada de fuente múltiples y algunos cambios irreversibles en el equilibrio salino. Todo debido al proceso de coagulación en diversos niveles. Tales cambios inducidos, sumados a la composición variable de la leche contribuyen a la inestabilidad de la dispersión coloidal (Boldrini, 1984).

Según Hernández y Ponce (2005), cuando existe una alta concentración láctea de calcio y el pH es inferior a 6,7, el calcio y citrato forman un complejo soluble estable, lo cual hace a la leche más estable. En cambio, si el pH de la leche es elevado y disminuye la concentración de Ca, se presenta una disminución de la concentración de citrato en su forma soluble (Barchiesi *et al.*, 2007).

La estabilidad o inestabilidad térmica de la leche puede deberse a la actividad proteolítica, así como a procesos fisicoquímicos en la micela de caseína (Barchiesi *et al.*, 2007). A pesar de ser conocidos los factores de la industria y de la leche que ocasionan la inestabilidad, no hay claridad sobre cuáles generarían dicha inestabilidad (Barchiesi *et al.*, 2007). Algunos factores que afectan o varían la estabilidad térmica de la leche son: factores externos, el pH, el contenido de minerales.

#### a. Factores externos

Factores de tipo genético, fisiológico y/o estacional influyen en la calidad de la leche y por tanto en su estabilidad térmica. Por ejemplo, la raza y características individuales de los animales influyen en la composición y rendimiento de la leche debido a las diferencias en las frecuencias de genes que controlan la leche y la cantidad de sus componentes.

La raza constituye uno de los factores más relevantes a considerar en la composición y calidad de la leche puesto que la grasa y proteína son caracteres genéticos con alta heredabilidad (Imagawa *et al.*; citado por Viera, 2013). En el Cuadro 5, se muestra la composición promedio de la leche en las principales razas lecheras:

**Cuadro 5: Composición promedio de la leche de las principales razas lecheras**

<b>RAZAS</b>	<b>CONTENIDO DE GRASA (%)</b>	<b>CONTENIDO DE PROTEÍNA (%)</b>	<b>CONTENIDO DE SÓLIDOS TOTALES (%)</b>
<b>Brown Swiss</b>	3,98	3,52	12,64
<b>Holstein</b>	3,64	3,16	12,24
<b>Jersey</b>	4,64	3,73	14,04
<b>Ayrshire</b>	3,88	3,31	12,69
<b>Guernsey</b>	4,46	3,47	13,76
<b>Shorton Lechero</b>	3,59	3,26	12,46

FUENTE: Amiot (1994).

Por otro lado, también existen los factores fisiológicos como el ordeño, la etapa de lactación, la edad del animal y nivel de producción, estado de salud de las vacas, etc. Es importante considerar el ordeño pues el contenido de grasa se eleva en el curso del ordeño correspondiendo la leche de un ordeño incompleto a una leche parcialmente descremada que no es representativa de la composición final de la leche total (Sousa, 2002).

Respecto a la etapa de lactación, los porcentajes de proteína, grasa y sólidos totales disminuyen cuando la lactación es máxima y después aumenta gradualmente hacia el final de la lactación. Normalmente, un aumento en el rendimiento de leche es seguido de una disminución de los porcentajes de grasa y proteínas en leche (Sousa, 2002).

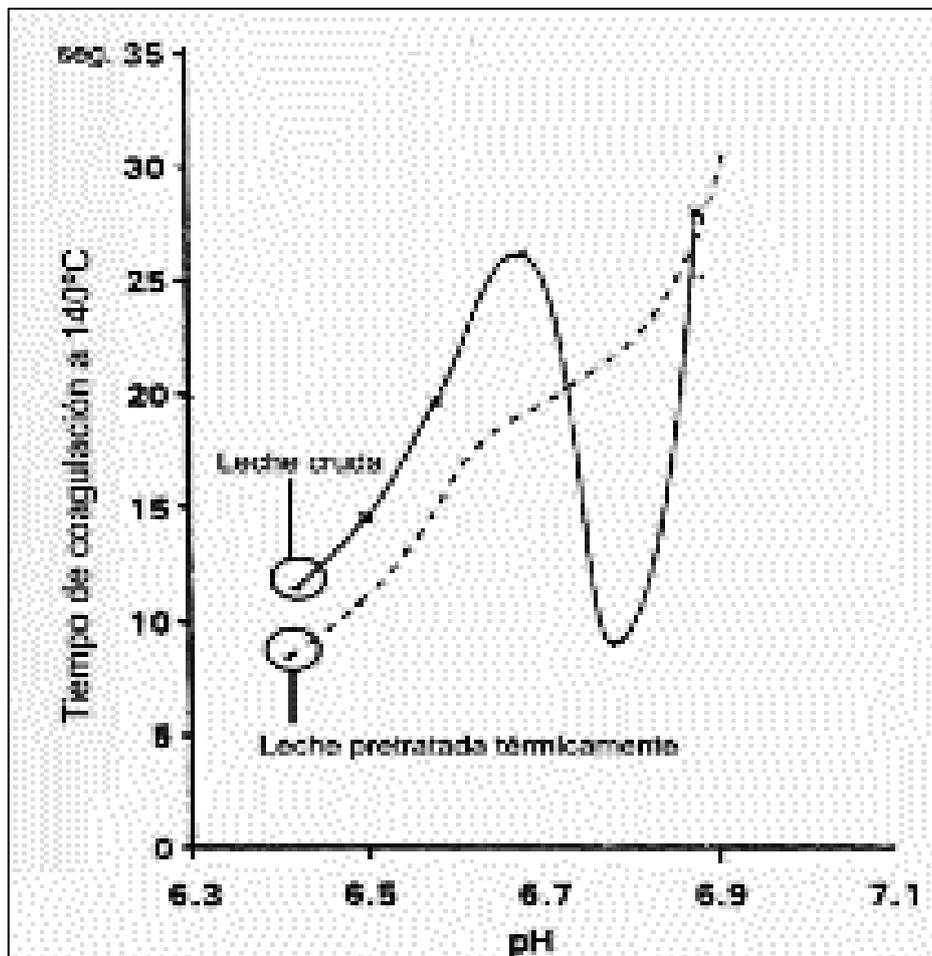
Otros factores a considerar son la edad de la vaca lechera pues las vacas más viejas producen más leche. Considerando que una vaca adulta es aquella que tiene seis años, los niveles de producción de leche son 75, 85, 92 y 98 por ciento para vacas de 2, 3, 4 y 5 años respectivamente (Schmidt y Van Vleck, 1974).

Por otro lado, la salud del animal, ausencia de mastitis, higiene en el ordeño son factores que también afectan calidad de la leche, y por tanto su estabilidad. Asimismo, la estación también causa efectos en la composición de la leche. Geldres (1998) ha estudiado la influencia del medio ambiente en Cajamarca sobre las lactaciones de vacas Holstein y Brown Swiss alimentadas al pastoreo encontrando diferencias en el rendimiento de la leche durante la época lluviosa y época seca. En el Perú, la grasa de la leche suele ser más elevada durante el otoño y el invierno comparada con la producción de primavera y verano; el exceso de temperatura y humedad afectan el organismo de las vacas al alejarlas de su ozona termoneutral, manifestándose en una reducción en la cantidad de leche y grasa producidos (Sousa, 2002). Por otro lado, Viera (2013), concluye que la influencia de la estación se debe a los efectos combinados de la alimentación, factores climáticos y estado de lactación de las vacas.

Asimismo, la alimentación es uno de los factores medioambientales que más afecta la grasa de la leche y representa una herramienta práctica para alterar su rendimiento y composición. Las características del forraje afectan el contenido de grasa de la leche, así también, raciones bajas en forraje (fibra) producen una disminución del acetato en relación al propionato y declinación del contenido de grasa en la leche. Si las raciones contienen menos de 50 por ciento de forraje el porcentaje de grasa y sólidos totales será bajo (Church; citado por Viera, 2013).

## b. pH

El pH de la leche afecta notablemente su estabilidad térmica. Esto se ilustra en la Figura 2.



**Figura 2: Variaciones del tiempo de coagulación de leche de vaca a 140 °C según el pH.**

FUENTE: Romero y Mestres (2004)

### c. **Minerales**

Romero y Mestres (2004) indican que un incremento en el nivel de calcio o magnesio en la fase soluble disminuye la estabilidad térmica de la leche; mientras que una reducción de calcio o magnesio solubles mediante adición de sales complejantes de estos cationes (fosfatos y citratos) determina en general un incremento de la estabilidad térmica de la leche.

El incremento de calcio en el suero, hallado durante el enfriamiento puede afectar adversamente la termoestabilidad. La formación de sales coloidales de calcio en tratamientos tales como el precalentamiento, pueden revertir este efecto desestabilizante. Alrededor de 2/3 del calcio de la leche se ubica en la micela. Ocurre un enlace covalente entre los ésteres de fosfato con los fosfatos y citrato también asociado con los grupos ácidos de las proteínas (Boldrini, 1984).

## **2.2. TRATAMIENTO TÉRMICO**

El tratamiento térmico es un proceso utilizado como conservación para la leche debido a sus características nutricionales, por ser un medio ideal para el crecimiento de los microorganismos. En la aplicación de cualquier tratamiento térmico, la combinación de tiempo-temperatura debe ser optimizada para conseguir un tratamiento térmico adecuado, logrando, desde punto de vista microbiológico y organoléptico, una leche apta para el consumo con el mínimo de alteración de las propiedades nativas de la leche (González, 2013).

Según Walstra *et al.* (2001), los principales cambios físicos y químicos que se producen en la leche como consecuencia del tratamiento térmico son:

- Eliminación de los gases, incluido el CO<sub>2</sub> (si pueden salir del equipo utilizado en el calentamiento). La disminución del O<sub>2</sub> es importante para la velocidad de las reacciones de oxidación durante el tratamiento y para el posterior desarrollo de algunas bacterias.
- Aumenta la cantidad de fosfato coloidal y disminuye el calcio iónico. También estos cambios son reversibles aunque muy lentamente.

- La lactosa se isomeriza y sufre una degradación parcial en la que se forman, entre otros compuestos, lactulosa y ácidos orgánicos.
- Los ésteres fosfóricos, en particular los de la caseína, se hidrolizan. También resultan afectados los fosfolípidos y algunos ésteres disueltos. Como consecuencia, aumenta la cantidad de fosfato inorgánico.
- La mayor parte de las proteínas del suero se desnaturalizan y se vuelven insolubles.
- Se producen reacciones entre las proteínas y la lactosa, especialmente las reacciones de Maillard, y como consecuencia, disminuye la “lisina disponible”.
- Las micelas de caseína se agregan. Eventualmente esta agregación puede terminar en coagulación.

Actualmente existen diversos tipos de tratamiento térmico que se diferencian en la severidad del calor al que se somete el producto y se aplica distintamente según las características del producto deseado. Algunos de los procesos térmicos más utilizados para el procesamiento de la leche son:

### **2.2.1. PASTEURIZACIÓN**

La pasteurización es un tratamiento térmico en donde se emplea baja temperatura (63 °C) durante periodos prolongados (en los procesos LTLT, siglas que derivan de su nombre en inglés *Low Temperature Long Time*) o temperaturas elevadas por periodos cortos (en los procesos HTST, siglas que derivan de su nombre en inglés *High Temperature Short Time*) (González, 2013).

La leche pasteurizada es una leche de consumo de vida útil corta, pues solo mantiene las condiciones aptas para el consumo durante un periodo de tres a seis días en condiciones de refrigeración. En este tratamiento, se asegura la destrucción de los microorganismos patógenos no esporulados y reducción de la carga microbiana banal sin modificación de la naturaleza fisicoquímica de la leche y sus características nutritivas y sensoriales (González, 2013).

En un proceso de pasteurización HTST (72 °C, 15 segundos) se da lugar a la

desnaturalización de aproximadamente el 7 por ciento de las proteínas solubles de la leche. Este efecto se ve sensiblemente aumentado si la temperatura o el tiempo de pasteurización son superiores a los señalados, de forma que un tratamiento a 80 °C durante 20 segundos da lugar a la desnaturalización de, aproximadamente, el 25 por ciento de las proteínas solubles (Romero y Mestres, 2004).

### **2.2.2. EVAPORACIÓN**

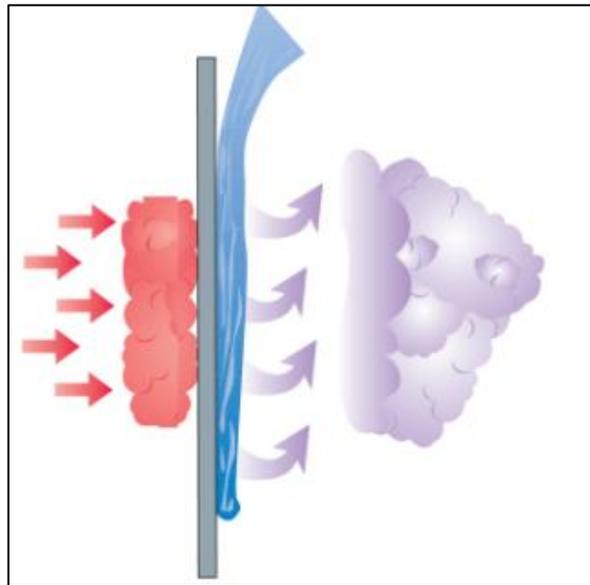
Los procesos de evaporación de la leche se utilizan para elaborar leches concentradas y también como tratamiento previo al secado de la leche para elaborar leche en polvo. El punto de ebullición está influenciado por la presión, por eso en los evaporadores se utilizan presiones inferiores a la temperatura atmosférica que disminuyen el punto de ebullición de la leche y evitan modificaciones no deseadas por un exceso de temperatura (González, 2013).

Para la elaboración de leches concentradas es muy importante la calidad de la materia prima, al igual que en el resto de productos lácteos, pero hay que tener en cuenta la cantidad y tipo de microorganismos presentes y la capacidad de tolerar el tratamiento térmico (González, 2013).

El nivel de concentración del proceso depende de las propiedades del producto como su viscosidad y la estabilidad térmica (Cosme *et al.*, 1997). La operación unitaria de evaporación se emplea en la industria de alimentos principalmente como un proceso para reducir el volumen y el peso de los alimentos fluidos, lo que favorece el transporte del producto concentrado y le proporciona cierta estabilidad debido a la disminución en la actividad de agua (Tetra Pak<sup>®</sup>, 2015).

En esta operación el agua contenida en el producto inicial es evaporada por medio de intercambiadores de calor indirecto. Aquí, el agua y el vapor se mantienen separados por una superficie de acero especial donde el calor liberado por la condensación del vapor es transferido a la leche (Figura 3). La mezcla líquido-vapor en el producto final se separa en una arqueta de separación contigua al cuerpo de vaporización. Por un lado, se recoge el agua eliminada del producto en forma de vapor (también llamado vahos de vapor) y, por otro,

líquido concentrado (leche concentrada). Por lo general, se recupera la energía contenida en el vapor para recalentar el producto entrante o se descarta como vapor condensado o agua (Caraballo *et al.*, 2011).



**Figura 3: Principio general de evaporación.**

FUENTE: Tetra Pak® (2015)

Este tratamiento térmico es generalmente un proceso integral de evaporadores por etapas con el fin de llegar a las propiedades deseadas. Como muchos productos son sensibles al calor, estos sistemas se deben diseñar cuidadosamente respecto a la temperatura y el tiempo de retención, en orden de llegar a los efectos deseados sin causar daños al producto por el calor expuesto. Es así que para minimizar el impacto térmico en los productos que se someten a esta aplicación de calor, la evaporación utiliza vacío, a presiones de (160-320 hPa), equivalentes a una temperatura de ebullición de agua entre 55 y 70 °C.

En la industria láctea, los evaporadores son de películas descendentes, lo que significa que el líquido, que se introduce por la parte superior, se desliza por la pared interior de los tubos como una película de pequeño espesor (orden de magnitud de 1mm) (Caraballo *et al.*, 2011).

La concentración de leche facilita el transporte de la misma al reducirse el volumen a manejar manteniendo las características de la materia prima original. Asimismo, la

eliminación de agua ayuda a reducir el riesgo de contaminación y de deterioro de la leche al permitir conservar la temperatura de frío en el transporte.

### **2.2.3. ULTRA ALTA TEMPERATURA (UHT)**

El tratamiento a altas temperaturas y el enlatado como una forma de preservar los alimentos surgieron en Francia a comienzos del siglo XIX. Hacia 1839, los contenedores de acero recubiertos de estaño eran muy usados. En el tratamiento a temperaturas ultra-altas (Ultra High Temperature, UHT), el objetivo es maximizar la destrucción de microorganismos mientras se minimizan los cambios químicos en el producto. Esto implica encontrar la combinación ideal de temperatura y tiempo de procesado para los diferentes tipos de alimentos.

El tratamiento UHT trabaja esterilizando los alimentos por calentamiento a más de 135 °C. Este proceso es utilizado para alimentos de baja acidez destruyendo todos los microorganismos, convirtiendo el producto en apto para la distribución a temperatura ambiente (Tetra Pak®, 2016).

Existen dos métodos alternativos de tratamiento UHT: directo o indirecto. En el calentamiento UHT directo, el vapor se inyecta durante poco tiempo en el producto, proceso al que le sigue rápidamente una refrigeración instantánea. El poco tiempo que dura el tratamiento permite lograr una muy buena calidad de productos. No obstante, el proceso requiere un consumo de energía relativamente alto en comparación con el tratamiento UHT indirecto. Con el calentamiento indirecto, el producto no entra en contacto directo con la fuente de calor, sino que se calienta mediante intercambiadores de calor. La gran rentabilidad de este método se debe a la posibilidad de recuperar la mayor parte de la energía térmica (Tetra Pak®, 2016).

Por otro lado, en cuanto a los cambios en las propiedades nutritivas de la leche UHT, Gil (2010) afirma que no hay cambios en el valor nutritivo de la grasa, lactosa y sales minerales; asimismo, entre las proteínas, la caseína no se afecta pero si se produce una desnaturalización parcial de las proteínas del suero que no afecta su valor nutritivo. Las pérdidas de lisina

disponible son despreciables en este tratamiento, al igual que en la pasteurización y ambos son inferiores a la producida por la esterilización en botella.

Por otro lado, respecto a las proteínas de la leche, el proceso de esterilización UHT determina la desnaturalización de los 50-75 por ciento o 70-90 por ciento de las proteínas solubles, según se trate de un sistema directo o indirecto, respectivamente (Romero y Mestres, 2004).

### **2.3. PRUEBA DE CAPILARIDAD**

La prueba de capilaridad en leche se utiliza por la industria láctea para medir la estabilidad térmica de la leche. Diversas pruebas realizadas indican una relación directa entre el tiempo de capilaridad y su resistencia al tratamiento térmico UHT. El tiempo de capilaridad se refiere al tiempo máximo que soporta una muestra de leche en un capilar en un baño de glicerina a 140 °C sin mostrar coagulación, resultado que se observa visualmente; donde, a mayor tiempo de capilaridad mayor será la estabilidad térmica para soportar tratamientos térmicos como el de UHT.

Diversos autores señalan que el test de alcohol también es utilizado para evaluar la estabilidad térmica de la leche; sin embargo, encontraron que el comportamiento de la leche frente al calor es diferente que ante el agregado de alcohol por lo que concluyen que la prueba de alcohol no es un correcto estimador del comportamiento térmico de la leche (Marchini y Sanmartino, 2009).

### **2.4. LECHE EVAPORADA**

El *Codex Alimentarius* define como leche evaporada a los productos obtenidos mediante eliminación parcial del agua de la leche por el calor o por cualquier otro procedimiento que permita obtener un producto con la misma composición y características donde el contenido de grasa y/o proteínas puede ajustarse para cumplir con los requisitos de composición de este producto. Los requisitos de una leche evaporada se muestran en el Cuadro 6.

**Cuadro 6: Requisitos fisicoquímicos para las leches evaporadas destinadas al consumo humano**

<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>LECHE EVAPORADA ENTERA</b>	<b>LECHE EVAPORADA DESNATADA (descremada)</b>	<b>LECHE EVAPORADA PARCIALMENTE DESNATADA (descremada)</b>
Materia grasa de la leche (%)	Mín. 7,5	Máx. 1	De 1 a 7,5
Extracto seco de la leche (%)	Mín. 25	Mín. 20	Mín. 20
Proteínas de la leche en el extracto seco magro de la leche (%)	Min. 34	Min. 34	Min. 34

FUENTE: FAO (1971)

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

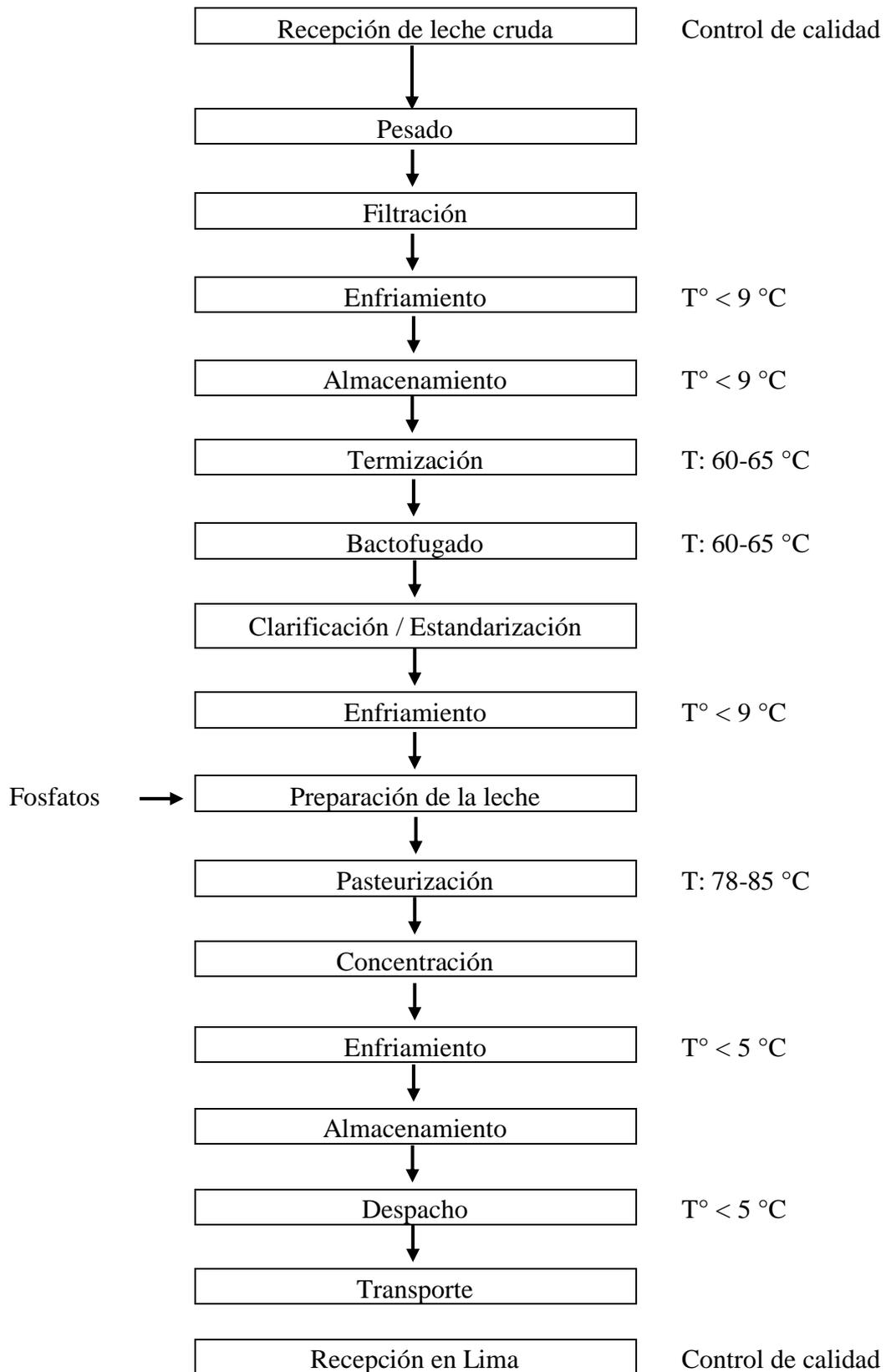
#### **3.1. DEFINICIONES OPERACIONALES**

##### **3.1.1. LUGAR DE EJECUCIÓN**

La data se obtendrá de los registros generados por la operación de una empresa peruana dedicada a la industria láctea.

##### **3.1.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS**

Leche de vaca de la cuenca de Arequipa acondicionada y estandarizada a 3,2 por ciento de grasa, la cual ha sido concentrada por evaporación. El procesamiento de la leche objeto de este estudio; a la cual se le realiza la prueba de capilaridad para la determinación de su aptitud para el proceso UHT se muestra a continuación en la Figura 4.



**Figura 4: Flujo de elaboración de leche pasteurizada concentrada.**

**a. Recepción de leche cruda**

La leche cruda ingresa a la planta de acuerdo a los requisitos de calidad establecidos. Antes de la recepción de la leche, se realizan los controles de calidad a cada porongo y/o cisterna con leche cruda, con el objetivo de analizar si está dentro de los parámetros de la recepción establecidos por la empresa.

**b. Pesado**

La leche que ingresa es pesada en una balanza.

**c. Filtración**

La leche luego que ingresa a la tina de recepción es filtrada, a través de filtros estáticos que retienen la suciedad de mínimo de 0,1 mm<sup>2</sup>.

**d. Enfriamiento**

La leche ingresa al intercambiador de placas con el objetivo de ser enfriada a una temperatura menor o igual a 9 °C.

**e. Almacenamiento**

Se realiza en tanques de almacenamiento donde se mantiene refrigerada a una temperatura menor o igual a 9 °C, hasta que sea procesada.

**f. Termización**

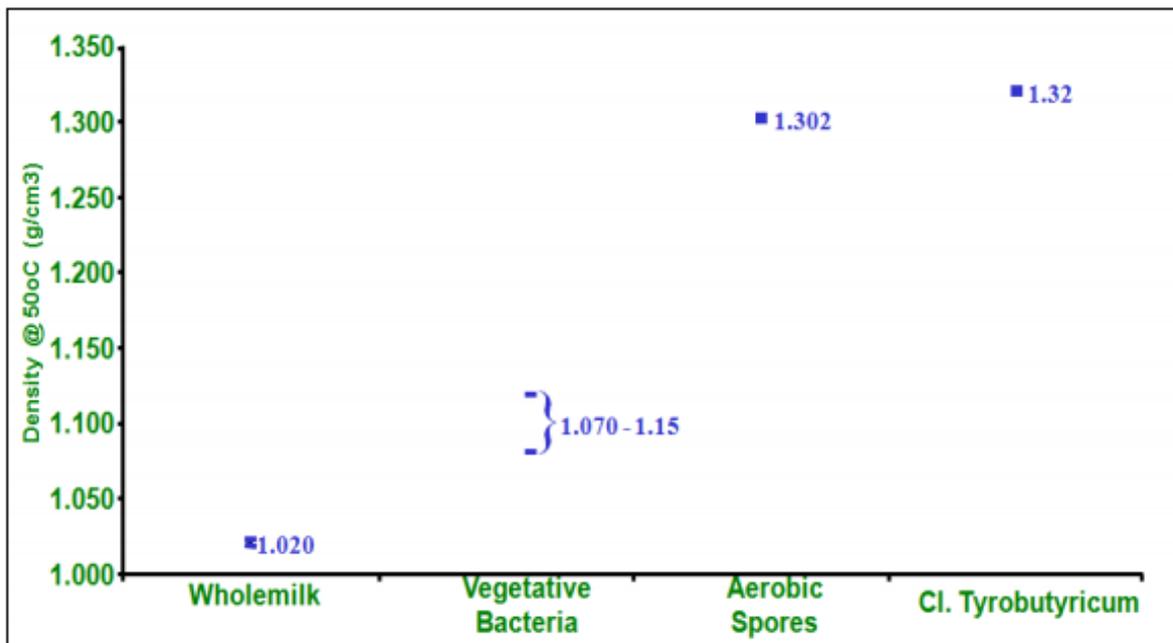
En este proceso la temperatura de la leche se eleva entre 60 °C – 65 °C en un intercambiador de calor de placas, con el objetivo de acondicionar la leche para ser clarificada.

El proceso de termización de la leche se realiza con el fin de ampliar el período durante el cual la leche cruda puede ser almacenada (Cortada y Rodríguez, 2008); en el caso de estudio, esta operación se realiza por cada *batch* para mantener la leche en las mejores condiciones y acondicionarla para las etapas posteriores. Al respecto, Boldrini (1984), también afirma que la termización brinda un efecto benéfico a la leche al modificar el equilibrio salino de la misma.

### g. Bactofugado

La siguiente etapa, bactofugación, es un proceso de reducción de carga microbiana por medio de la fuerza centrífuga; este tratamiento se puede emplear como complemento a tratamientos térmicos de termización, pasteurización y esterilización en la industria láctea ya que, aunque no elimina la totalidad de microorganismos es bastante eficaz eliminando esporas resistentes a los tratamientos térmicos; realizándose antes de éstos como pre-tratamiento para aumentar su eficacia (Osorio *et al.*, citado por Ortiz, 2015). Este principio es aplicable debido a la diferencia de densidad entre la leche cruda y las bacterias vegetativas y esporuladas (Ortiz, 2015). En la Figura 5 se observa esta diferencia demostrando que las bacterias, al ser más densas que la materia láctea, son separadas de forma eficaz y eliminadas de forma rápida por este proceso.

Ortiz (2015), indica que cuando se trabaja en las condiciones ideales se puede conseguir eliminar entre el 90-95 por ciento de las esporas. Asimismo, Ballester (1994), menciona que con el proceso de bactofugación se lograría eliminar hasta un 96 por ciento de las esporas presentes.



**Figura 5: Densidad de leche cruda, bacterias vegetativas y esporas aerobias y anaerobias.**

FUENTE: Ortiz (2015)

Para el caso de estudio, la leche que se encuentra entre 60 °C – 65 °C ingresa a una bactofugadora con el objetivo de reducir la carga microbiana. Así, éstas últimas dos etapas contribuyen a que la leche se mantenga con la mejor calidad microbiológica posible antes del ingreso a la pasteurización y posterior concentración pues es sabido que la carga microbiana afecta, entre otros factores, la estabilidad térmica de la leche debido a los cambios que esta sufre en su composición por la producción de distintos metabolitos (como ácido láctico, toxinas, etc.). Varnam y Sutherland (1995), mencionan que el desarrollo de las bacterias lácticas en la leche transforma la lactosa principalmente en ácido láctico y esta nueva acidez, llamada acidez desarrollada, origina la desestabilización de las proteínas haciendo a la leche menos estable térmicamente. En concordancia con ello, el Código de prácticas de higiene para la leche y los productos lácteos del Codex Alimentarios CAC/RCP 57-2004 (FAO, 2004) indica que la bactofugación, centrifugación, tratamiento a alta presión, microfiltración, impulsos de campos eléctricos, impulsos de luz de gran intensidad y termización son obstáculos que ayudan a reducir la carga microbiana.

#### **h. Clarificación y/o estandarización**

La clarificación se realiza en la descremadora con el fin de eliminar las partículas en suspensión de la leche mediante centrifugación.

La estandarización se hace con el objeto de extraer crema para luego obtener leche según requerimiento (3,2 por ciento de grasa).

#### **i. Enfriamiento**

La leche después de ser clarificada y estandarizada es enfriada a una temperatura menor o igual a 9 °C.

#### **j. Preparación de la leche**

Como etapa posterior, se almacena la leche en los tanques de leche y se estandariza la leche según el tenor graso que se requiera dejándola lista para ser leche pasteurizada y posteriormente concentrada.

En esta etapa se agregan reguladores de acidez (fosfatos) los mismos que cumplen una función de estabilizar la proteína de la leche para soportar el tratamiento térmico posterior.

Boldrini (1984), afirma que existen diversas formas de fosfato actúan como secuestrantes del calcio y retardan efectivamente la termocoagulación y son, por lo tanto, indispensables para la elaboración de la leche evaporada dado que la concentración tanto del calcio como del magnesio soluble se incrementa en la leche evaporada. Así, el efecto combinado del fosfato sódico adicionado como sal estabilizadora puede disminuir la concentración de calcio iónico en la leche evaporada entre 20 a 40 por ciento y mantiene así la integridad de las micelas de proteína (Boldrini, 1984). Por otro lado, Boldrini (1984) también menciona que se debe considerar el tipo de sal de fosfato usada ya que algunas podrían causar el efecto contrario incrementando la formación de gel durante el almacenaje. La industria objeto del estudio ha realizado diversos análisis en el tiempo llegando a la dosis y tipo de fosfato adecuado para el proceso que realizan logrando los resultados de estabilidad esperados. No obstante, cabe resaltar que estos podrían variar si el proceso o características de la leche cambiaran ya que el efecto de las sales en la termoestabilidad de la leche es en gran parte empírico.

#### **k. Pasteurización**

La leche después de sufrir un previo calentamiento en los serpentines del evaporador, ingresa al pasteurizado donde alcanza temperaturas de 78 a 85 °C por un tiempo de 2,5 minutos.

#### **l. Concentración**

Se da en los evaporadores donde la leche es concentrada hasta en tres veces su volumen inicial, esto se logra mediante la aplicación de calor y vacío en los tres efectos del evaporador hasta lograr la concentración deseada.

Este proceso se realiza únicamente con el fin de facilitar el transporte a la planta de Lima al reducirse el volumen disminuyendo los costos logísticos. No obstante, es

importante considerar estas operaciones unitarias pues, aunque el nivel de severidad no es comparable a un proceso UHT, diversas pruebas que dicha empresa realizó concluyen que estas etapas sí pueden modificar o disminuir la estabilidad térmica de la leche por ser un pre-calentamiento al que se somete la leche. Como se mencionó en la revisión literaria, la pasteurización desnatura cierta cantidad de proteínas; esto concuerda con lo mencionado por Boldrini (1984) que indica que bajo condiciones de pasteurización, la reducción es leve, pero se presentan pérdidas significativas de calcio soluble y fósforo por encima de 76 °C. En este sentido, se realizan estas operaciones con las menores temperaturas posibles para cumplir el objetivo de reducir la carga microbiana para aumentar el tiempo de vida de la leche, en la pasteurización, y reducir la cantidad de agua en la evaporación, para facilitar el transporte.

**m. Enfriamiento**

La leche ingresa a un intercambiador de placas con el objetivo de ser enfriada a una temperatura menor y/o igual a 5 °C.

**n. Almacenamiento de leche pasteurizada concentrada**

El producto final de la evaporación sale a una temperatura menor o igual a 5 °C y será almacenada hasta su despacho a la planta en Lima.

**o. Despacho**

La leche pasteurizada concentrada será despachada en una cisterna correctamente saneada.

**p. Transporte**

La leche Pasteurizada Concentrada es trasladada a la Planta de Lima donde será utilizada para la producción de leche y productos lácteos UHT.

**q. Recepción en Lima**

La leche concentrada es recepcionada en Lima y se realizan los controles respectivos establecidos por la empresa, entre ellos la prueba de capilaridad donde

se evalúa la resistencia de la leche para no coagular cuando es sometida a 140 °C por cinco minutos. Definiendo su aptitud y uso, para el proceso de leches evaporadas UHT.

Los resultados de la prueba son netamente visuales, y requieren de personal de experiencia para poder observar la coagulación que en ocasiones es muy ligera, pero de no advertirse en este control, la leche pasaría a la sala de proceso y terminaría en problemas operativos para la planta.

### **3.1.3. MATERIALES**

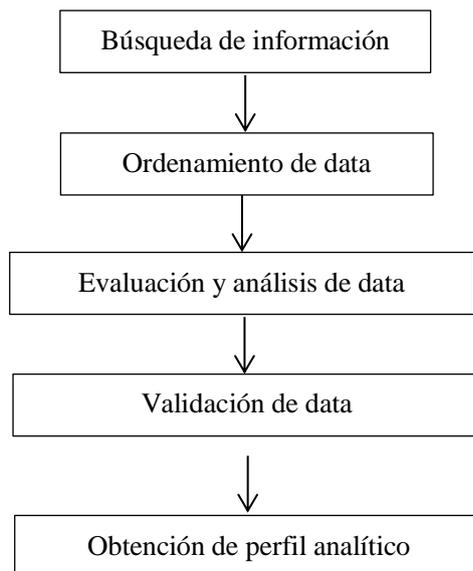
- Papel para impresión

### **3.1.4. EQUIPOS**

- Computadora
- Impresora

## **3.2. DEFINICIÓN DEL FLUJO DE ACTIVIDADES**

En la Figura 5, se muestra el flujo de actividades a seguir para la obtención del perfil analítico de leche de vaca para el tratamiento UHT.



**Figura 6: Flujo de actividades para la obtención del perfil analítico de leche de vaca para el tratamiento UHT.**

El presente trabajo se realizó en cuatro etapas:

Primera etapa (I): Búsqueda de información

En esta etapa se recolectó información a partir de los registros ya existentes de recepción de leche concentrada de vaca donde se encuentran las características de pH, acidez, porcentaje de grasa y porcentaje de sólidos totales correspondientes a leche proveniente de Arequipa que correspondieron al periodo julio 2016 – mayo 2017.

Segunda etapa (II): Ordenamiento de data

La data obtenida se ordenó convenientemente para fines de este trabajo y se filtraron datos incompletos o que correspondan a incidentes explicados previamente que alteraron los resultados obtenidos.

Tercera etapa (III): Evaluación y análisis de data

La data obtenida y ordenada, se analizó con ayuda del programa Microsoft Office Excel® 2013 para encontrar relaciones entre las características evaluadas y las muestras de leche que presentaron estabilidad en el tratamiento UHT, que fueron seleccionadas a través del método de capilaridad.

#### Cuarta etapa (IV): Validación de data

Una vez obtenida las gráficas y tendencias de la etapa anterior, se tomó los siguientes tres meses de data para la validación de los resultados obtenidos.

#### Quinta etapa (IV): Determinación del perfil analítico

Una vez analizada la información, se procederá a definir los valores del perfil analítico de la leche de vaca para seleccionar la que puede presentar estabilidad en el tratamiento UHT.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. RESULTADOS**

Se analizaron datos de porcentaje de grasa, sólidos totales, grados Brix, pH y acidez de la leche pasteurizada concentrada así como los resultados de capilaridad negativas en el control de calidad realizado en la recepción de la leche en la planta de Lima. Se recolectó información de un primer periodo de once meses (de julio 2016 a mayo 2017); mientras que para la validación de la información se utilizó un segundo periodo correspondiente a los siguientes tres meses (de Junio Agosto 2017), todos los datos corresponden a la leche acopiada de tres zonas del valle de Majes a fin de reducir la variabilidad por la diferencia que puede haber en la crianza y alimentación de las vacas.

Tanto en la data de análisis como en los de datos de validación, se filtraron y analizaron solo aquellos resultados que se obtuvieron como “negativos” en la prueba de capilaridad, es decir, que no presentaron coagulación en la prueba de capilaridad que la empresa realiza como parte del control de calidad de la leche (140 °C por cinco minutos).

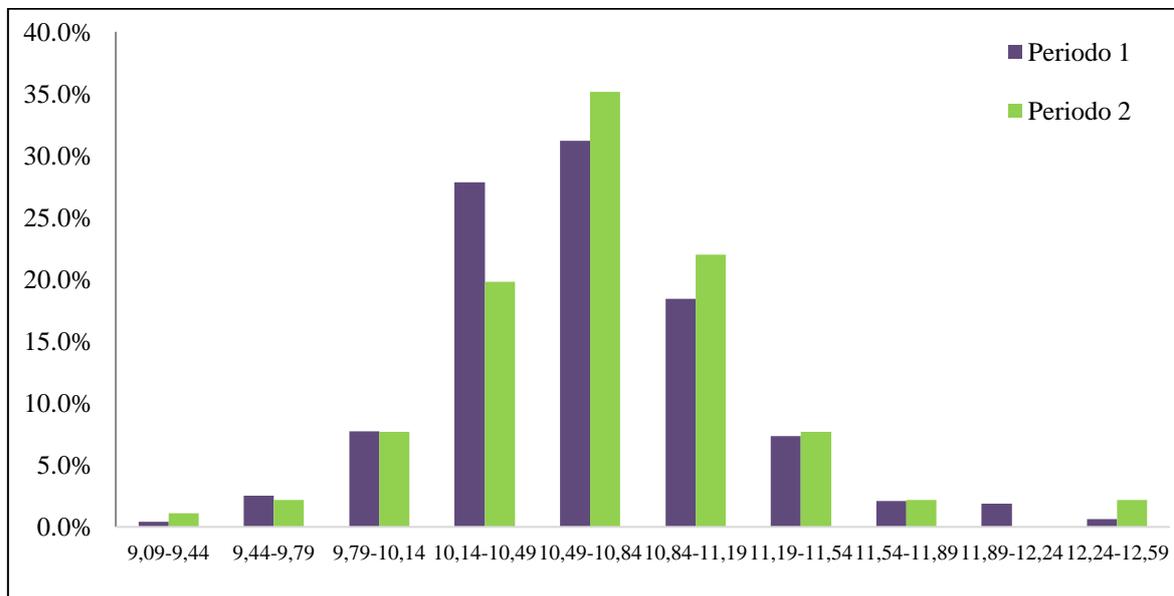
Los resultados obtenidos fueron:

#### **4.1.1. CONTENIDO DE GRASA**

En el Cuadro 7, se muestra las frecuencias simples de los valores del porcentaje de grasa obtenido en la leche concentrada que reportaron resultado de capilaridad negativos. El detalle de los datos se observa en los anexos 1 y 2.

**Cuadro 7: Frecuencias del contenido graso en la leche concentrada en el periodo 1 (julio 2016 – mayo 2017) y en el periodo 2 (junio 2017-agosto 2017)**

PERIODO 1				PERIODO 2		
VALOR MÍNIMO Y MÁXIMO	RANGOS ESTABLECIDOS	NÚMERO DE REPETICIONES	PORCENTAJE	VALOR MÍNIMO Y MÁXIMO	NÚMERO DE REPETICIONES	PORCENTAJE
9,09 – 12,59	9,09-9,44	2	0,42	9,35 – 12,38	1	1,10
	9,44-9,79	12	2,51		2	2,20
	9,79-10,14	37	7,74		7	7,69
	10,14-10,49	133	27,82		18	19,78
	10,49-10,84	149	31,17		32	35,16
	10,84-11,19	88	18,41		20	21,98
	11,19-11,54	35	7,32		7	7,69
	11,54-11,89	10	2,09		2	2,20
	11,89-12,24	9	1,88		0	0,00
	12,24-2,59	3	0,63		2	2,20



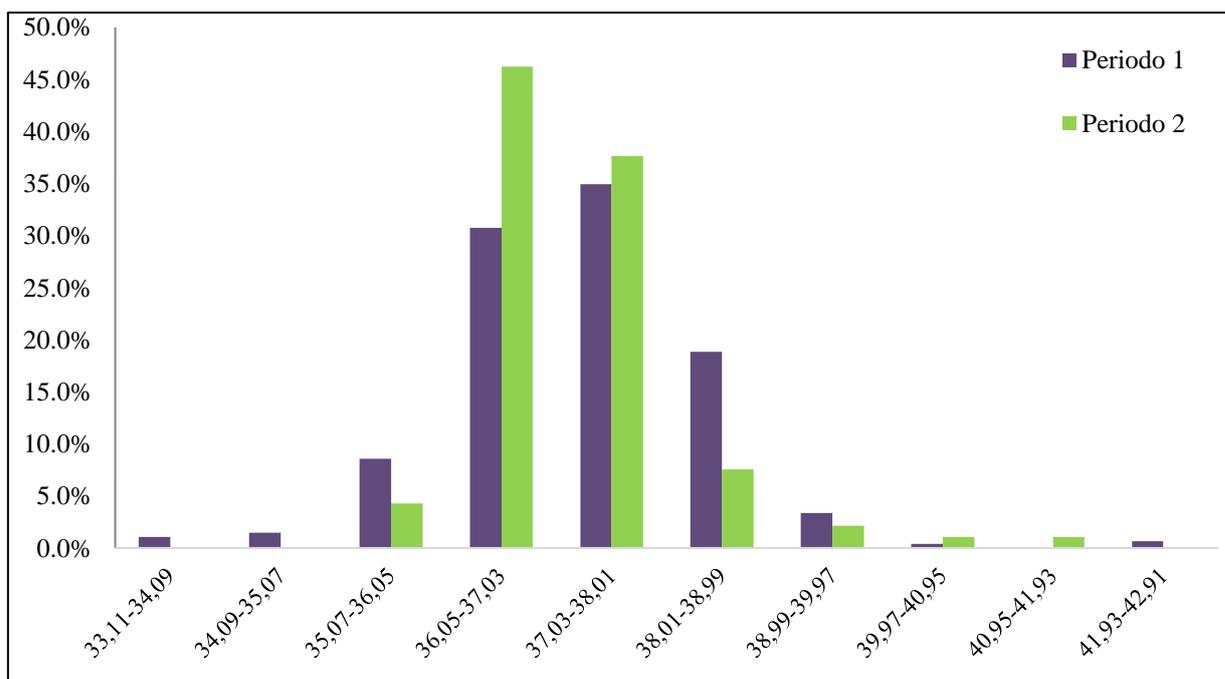
**Figura 7: Frecuencia simple del contenido de grasa en la leche concentrada en el periodo 1 (julio 2016 – mayo 2017) y en el periodo 2 (junio 2017-agosto 2017).**

#### 4.1.2. SÓLIDOS TOTALES

En el Cuadro 8 se muestra las frecuencias simples de los valores del porcentaje de sólidos totales obtenido en la leche concentrada que reportaron resultado de capilaridad negativos. El detalle de los datos se observa en los anexos 1 y 2.

**Cuadro 8: Frecuencias del contenido de sólidos totales en la leche concentrada en el periodo 1 (julio 2016 – mayo 2017) y en el periodo 2 (junio 2017-agosto 2017).**

PERIODO 1				PERIODO 2		
VALOR MÍNIMO Y MÁXIMO	RANGOS ESTABLECIDOS	FRECUENCIA		VALOR MÍNIMO Y MÁXIMO	FRECUENCIA	
		NÚMERO DE REPETICIONES	PORCENTAJE		NÚMERO DE REPETICIONES	PORCENTAJE
33,11 – 42,91	33,11-34,09	5	1,05	35,59 - 41,08	0	0,00
	34,09-35,07	7	1,46		0	0,00
	35,07-36,05	41	8,58		4	4,30
	36,05-37,03	147	30,75		43	46,24
	37,03-38,01	167	34,94		35	37,6
	38,01-38,99	90	18,83		7	7,53
	38,99-39,97	16	3,35		2	2,15
	39,97-40,95	2	0,42		1	1,08
	40,95-41,93	0	0,00		1	1,08
	41,93-42,91	3	0,63		0	0,00



**Figura 8: Frecuencia simple del contenido de sólidos totales en la leche concentrada en el periodo 1 (julio 2016 – mayo 2017) y en el periodo 2 (junio 2017-agosto 2017).**

#### 4.1.3. GRADOS BRIX

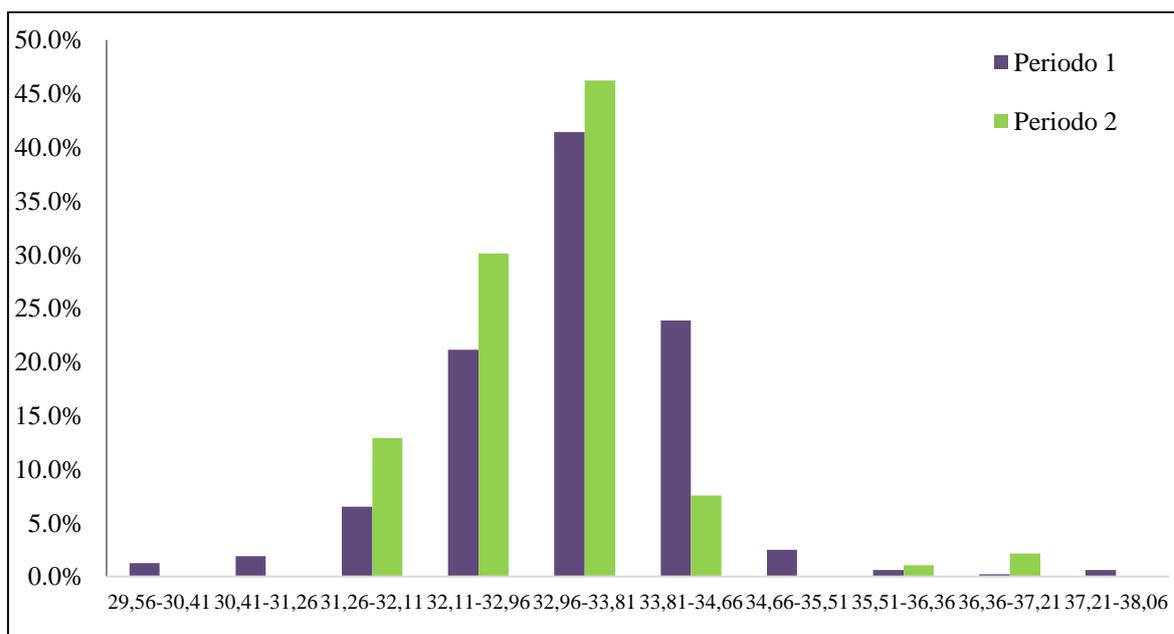
En el Cuadro 9 se muestra las frecuencias simples de los valores del °Brix (sólidos solubles) obtenido en la leche concentrada que reportaron resultado de capilaridad negativos. El detalle de los datos se observa en los anexos 1 y 2.

**Cuadro 9: Frecuencias del contenido de sólidos solubles (°Brix) en la leche concentrada en el periodo 1 (julio 2016 – mayo 2017) y en el periodo 2 (junio 2017-agosto 2017)**

PERIODO 1				PERIODO 2		
VALOR MÍNIMO Y MÁXIMO	RANGOS ESTABLECIDOS	FRECUENCIA		VALOR MÍNIMO Y MÁXIMO	FRECUENCIA	
		NÚMERO DE REPETICIONES	PORCENTAJE		NÚMERO DE REPETICIONES	PORCENTAJE
29,56 – 38,06	29,56-30,41	6	1,26	31,6 - 37-16	0	0,00
	30,41-31,26	9	1,88		0	0,00
	31,26-32,11	31	6,49		12	12,90
	32,11-32,96	101	21,13		28	30,11

«continuación»

	32,96-33,81	198	41,42		43	46,24
	33,81-34,66	114	23,85		7	7,53
	34,66-35,51	12	2,51		0	0,00
	35,51-36,36	3	0,63		1	1,08
	36,36-37,21	1	0,21		2	2,15
	37,21-38,06	3	0,63		0	0,00



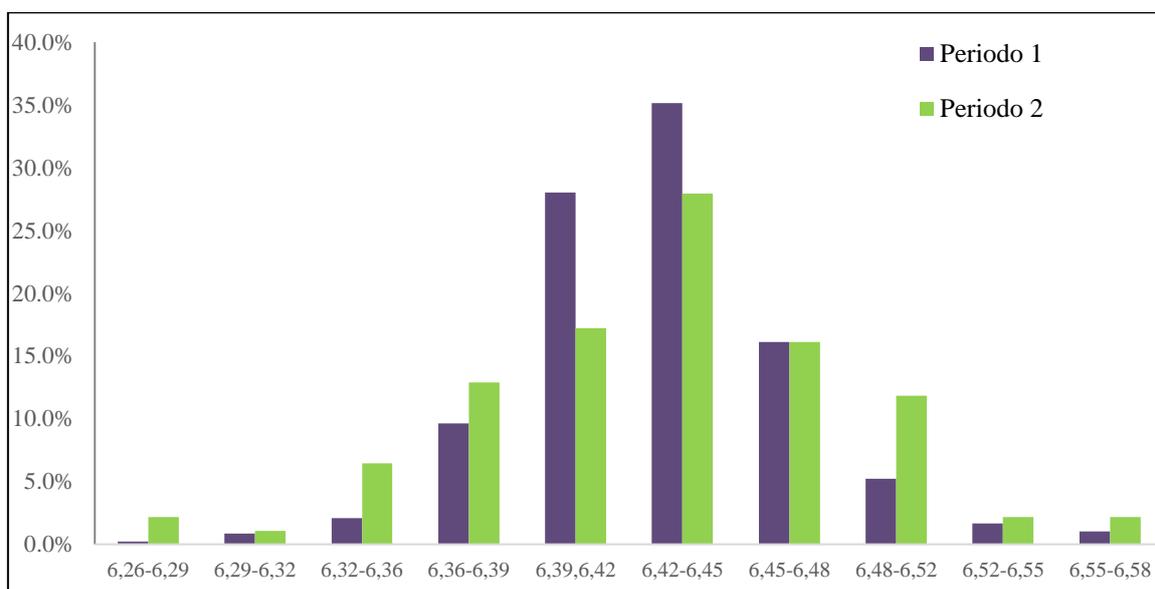
**Figura 9: Frecuencia simple del contenido de sólidos solubles (°Brix) en la leche concentrada en el periodo 1 (julio 2016 – mayo 2017) y en el periodo 2 (junio 2017- agosto 2017).**

#### 4.1.4. pH

En el Cuadro 10 se muestra las frecuencias simples de los valores de pH obtenido en la leche concentrada que reportaron resultado de capilaridad negativos. El detalle de los datos se observa en los anexos 1 y 2.

**Cuadro 10: Frecuencias del valor de pH en la leche concentrada en el periodo 1 (julio 2016 – mayo 2017) y en el periodo 2 (junio 2017-agosto 2017)**

Periodo 1				Periodo 2		
VALOR MÍNIMO Y MÁXIMO	RANGOS ESTABLECIDOS	FRECUENCIA		VALOR MÍNIMO Y MÁXIMO	FRECUENCIA	
		NÚMERO DE REPETICIONES	PORCENTAJE		NÚMERO DE REPETICIONES	PORCENTAJE
6,26 – 6,58	6,26-6,29	1	0,21	6,29 – 6,55	2	2,15
	6,29-6,32	4	0,84		1	1,08
	6,32-6,36	10	2,09		6	6,45
	6,36-6,39	46	9,62		12	12,90
	6,39-6,42	134	28,03		16	17,20
	6,42-6,45	168	35,15		26	27,96
	6,45-6,48	77	16,11		15	16,13
	6,48-6,52	25	5,23		11	11,83
	6,52-6,55	8	1,67		2	2,15
	6,55-6,58	5	1,05		2	2,15



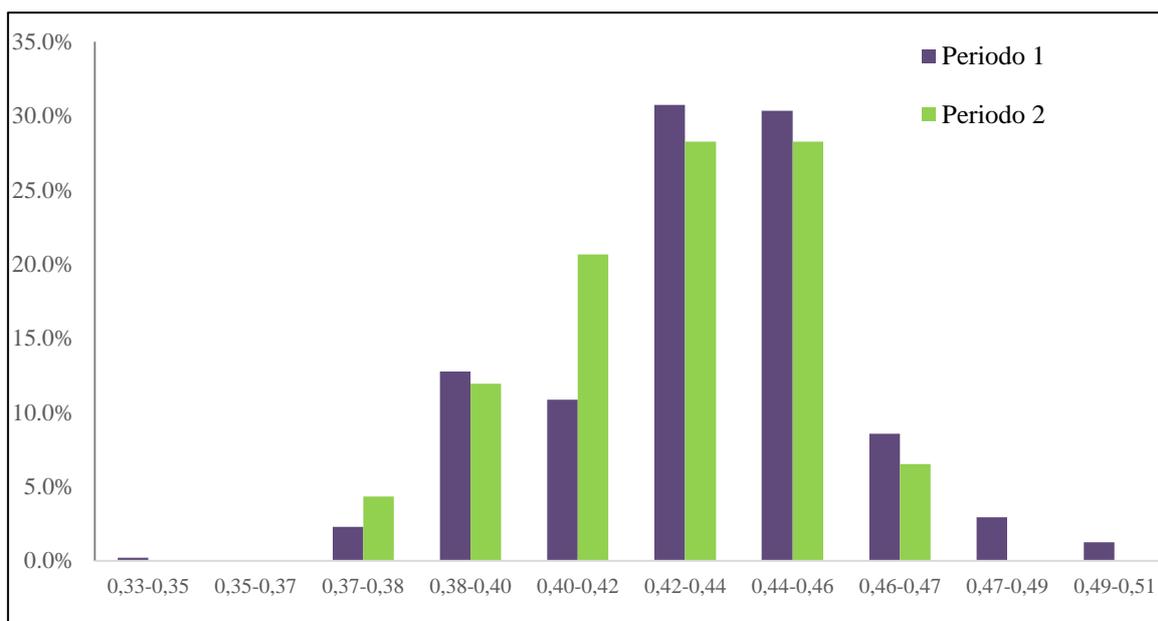
**Figura 10: Frecuencia simple del pH en la leche concentrada en el periodo 1 (julio 2016 – mayo 2017) y en el periodo 2 (junio 2017-agosto 2017).**

#### 4.1.5. ACIDEZ (EXPRESADA COMO ÁCIDO LÁCTICO)

En el Cuadro 11 se muestra las frecuencias simples de los valores de acidez (expresado como ácido láctico) obtenido en la leche concentrada que reportaron resultado de capilaridad negativos. El detalle de la data se observa en el Anexo 3.

**Cuadro 11: Frecuencias del valor de acidez (expresado como ácido láctico) en la leche concentrada en el periodo 1 (julio 2016 – mayo 2017) y en el periodo 2 (junio 2017- agosto 2017).**

PERIODO 1				PERIODO 2		
VALOR MÍNIMO Y MÁXIMO	RANGOS ESTABLECIDOS	FRECUENCIA		VALOR MÍNIMO Y MÁXIMO	FRECUENCIA	
		NÚMERO DE REPETICIONES	PORCENTAJE		NÚMERO DE REPETICIONES	PORCENTAJE
0,33-0.51	0,33-0,35	1	0,21	0,38 – 0,52	0	0,00
	0,35-0,37	0	0,00		0	0,00
	0,37-0,38	11	2,30		4	4,35
	0,38-0,40	61	12,76		11	11,96
	0,40-0,42	52	10,88		19	20,65
	0,42-0,44	147	30,75		26	28,26
	0,44-0,46	145	30,33		26	28,26
	0,46-0,47	41	8,58		6	6,52
	0,47-0,49	14	2,93		0	0,00
	0,49-0,51	6	1,26		0	0,00



**Figura 11: Frecuencia simple del valor de acidez en la leche concentrada en el periodo 1 (julio 2016 – mayo 2017) y en el periodo 2 (junio 2017-agosto 2017).**

## 4.2. DISCUSIONES

Como se mencionó en la revisión literaria, la estabilidad térmica es definida en términos del tiempo requerido para inducir a la coagulación de la leche a cierta temperatura (Farah y Atkins; citado por Carrillo y Pinto 2001). Esta prueba es de carácter visual y subjetivo, por lo que su reemplazo mediante un perfil analítico permite no solo tener resultados más confiables, si no también sistematizarlo y no depender del personal para definir la aptitud de cada materia prima entrante. Es así, que se aprovechó la data fisicoquímica registrada durante la recepción de la leche para su análisis.

En la prueba de capilaridad, la muestra de leche se introduce en un capilar y es sumergido en un baño de glicerol a 140 °C por 5 minutos; luego de ello, el analista observa el capilar a través de una lupa de gran aumento para determinar si se observan coágulos o no; si la prueba es positiva (se observan coágulos), la leche es rechazada para el procesamiento de leche evaporada UHT.

Respecto a la evaluación de los resultados de contenido graso, se tabularon los datos del periodo 1 (julio 2016-mayo2017) que resultaron negativos en la prueba de capilaridad, es

decir, no presentó coagulación visible; obteniendo el valor máximo y mínimo de la data de estudio; se determinó 10 rangos de igual amplitud entre los valores antes mencionados y se anotó la el número de repeticiones correspondientes en cada rango como en frecuencia simple y porcentaje. Seguidamente, se tomaron los datos del periodo 2 (junio 2017 – agosto 2017) y se repitió el conteo de número de datos correspondientes a cada rango en frecuencia simple y porcentaje.

En el Cuadro 7 y Figura 7, se muestran las frecuencias de los valores de grasa que dieron negativo en la prueba de capilaridad. Tal como se observa, el 77,41 por ciento de los datos se encuentra en el rango de grasa comprendido entre 10,14 y 11,19 por ciento; mientras que en los datos utilizados para la validación este rango de grasa representó el 76,9 por ciento de los datos.

De otro lado, se evaluó los resultados de sólidos totales siguiendo el mismo procedimiento del contenido graso. Se tabularon los datos del periodo 1 (julio 2016-mayo2017) que resultaron negativos en la prueba de capilaridad, es decir, no presentó coagulación visible; obteniendo el valor máximo y mínimo de la data de estudio; se determinó 10 rangos de igual amplitud entre los valores antes mencionados y se anotó la el número de repeticiones correspondientes en cada rango como en frecuencia simple y porcentaje. Seguidamente, se tomaron los datos del periodo 2 (junio 2017 – agosto 2017) y se repitió el conteo de número de datos correspondientes a cada rango establecidos del periodo 1 registrando el resultado en frecuencia simple y porcentaje.

Asimismo, en el Cuadro 8 y Figura 8 se muestran las frecuencias de los valores de sólidos totales que dieron negativos en la prueba de capilaridad. Según lo observado, el 84,52 por ciento de la data de análisis se encuentran en el rango de 36,05 a 38,99 por ciento; mientras que en los datos utilizados para la validación este rango de sólidos totales representó el 91,04 por ciento de los datos.

Al medir los sólidos totales se cuantifican los principales constituyentes en la leche: la grasa, las proteínas, la lactosa y los minerales; la suma de estos componentes establece los niveles de sólidos totales de la leche (Bath *et al.*, 1987).

Los puntos críticos a considerar para maximizar la producción de sólidos en leche son los siguientes:

1. Apropiado balance de nutrientes en las raciones alimenticias,
2. maximizar el consumo de alimentos,
3. monitoreo periódico de la dieta
4. periódicas correcciones por cambios que pudieran darse.

El valor de sólidos totales es importante considerarlo ya que la cantidad de sólidos totales está relacionada proporcionalmente con el valor de proteína; siendo ésta una de los principales componentes sensibles al calor. Cuando la leche es sometida a diferentes temperaturas, sus componentes termolábiles como las proteínas y el estado fisicoquímico de sus sales sufren cambios de acuerdo a la intensidad de los tratamientos térmicos afectando su estabilidad, pH, poder de óxido reducción, características organolépticas y nutritivas (Pilamonta, 2015).

La coagulación de la leche se debe a la desestabilización de la proteína y es un fenómeno muy complejo en el que se producen numerosas interacciones y que depende de muchas condiciones (Walstra *et al.*, 2001).

La leche normalmente posee una estructura nativa estable a través de una rango relativamente amplio de condiciones externas, pero su organización interna en estructura  $\alpha$ -helicoidal o  $\beta$  y/o enlaces disulfuro, pueden romperse permanentemente por cambios en el contorno fisicoquímico. Este proceso es la desnaturalización irreversible y puede causarse por el calor (Boldrini, 1984).

La desnaturalización de la proteína es un fenómeno complicado por el hecho que no todas las proteínas se comportan de igual modo en presencia del mismo agente y muchas configuraciones moleculares pueden presentarse entre las formas nativas e irreversibles (Boldrini, 1984). Esto hace difícil el estudio y más aún la predicción de la estabilidad térmica. La desnaturalización provoca la modificación de la conformación globular de la proteína, causando el desdoblamiento de la cadena peptídica hacia formas lineales. Así, se considera desnaturalizada a la caseína en el sentido químico, si tiene pocas o ninguna

estructura  $\alpha$ -helicoidal o  $\beta$  (Boldrini, 1984).

Hay dos reacciones diferentes que pueden originar la coagulación. La primera es la agregación coloidal en la que los iones de calcio desempeñan un papel fundamental, probablemente mediante el establecimiento de puentes de Calcio. Los coágulos formados pueden disolverse añadiendo agentes quelantes del calcio (Walstra *et al.*, 2001).

La segunda reacción es el establecimiento de enlaces químicos, aunque los enlaces que intervienen no han sido identificados (dado que a elevadas temperaturas forman distintos tipos de enlaces, tanto en el interior de la micela de caseína como entre las micelas que ya se han agregado). La reacción es más rápida cuanto mayor es la temperatura y mucho más fría conforme desciende el pH (Walstra *et al.*, 2001).

De las proteínas de la leche, la caseína es la mayor resistencia ante el proceso térmico; sin embargo, las proteínas del suero son las más afectadas, sobre todo la  $\beta$ - lactoglobulina. La  $\beta$ -lactoglobulina es el principal portador de grupos sulfhidrilos, que son modificados o separados en el curso de la desnaturalización y que intervienen en la formación del “gusto o ácido” de la leche tratada térmicamente. El calentamiento de la leche a temperaturas de esterilización provoca un aumento considerable del contenido de materias nitrogenadas no proteicas, como consecuencia de la degradación de las proteínas (Pilamonta, 2015).

La desnaturalización de las proteínas del suero por calor es un proceso de dos fases: inicia con un desdoblamiento reversible de la proteína que involucra la ruptura de los puentes de hidrógeno y enlaces hidrofóbicos, seguido de una desnaturalización irreversible y la agregación de las moléculas que se da a temperaturas más altas. Las reacciones irreversibles son de intercambio tio-disulfuro. Se ha sugerido una tercera fase, que depende de la interacción del calcio y resulta en la formación de un agregado proteico mayor, la gelificación de las proteínas del suero puede describirse como la manifestación física de la desnaturalización inducida por el calentamiento de las proteínas cuando hay una alta concentración de las mismas (Pilamonta, 2015).

Aun cuando lo anterior dicho es cierto, Fox y Kelly; citado por Zimmermann y Ruiz (2010) mencionan que más que una estabilidad al calor, la propiedad de las micelas de caseína es más bien una suerte de equilibrio dinámico con el suero lácteo, la cual puede verse modificada con varios factores como:

- Las variaciones en la proporción entre el fosfato cálcico coloidal y el disuelto en el suero ya que modifican el tamaño de la micela. Si se acompleja el calcio libre, sin cambiar el pH, las micelas se disgregan, y en casos extremos incluso dan lugar a fragmentos micelares.
- El almacenamiento de leche cruda en frío durante un tiempo prolongado pues influye especialmente en la  $\beta$ -CN que, debido al debilitamiento de las interacciones hidrofóbicas, disociándose de las micelas y pasando al suero lácteo. Sin embargo, este hecho no conduce a una desestabilización profunda de las micelas y puede revertirse parcialmente si se recalienta ligeramente la leche.
- Calentamiento de la leche a temperaturas superiores a 70 °C produciéndose una agregación creciente de las proteínas del suero, especialmente de la lactoglobulina, con la  $\kappa$ -caseína.

La siguiente característica evaluada fue el índice de refracción, comúnmente denominada como °Brix; la cual se tabuló de igual manera que en los dos casos anteriores. Los datos del periodo 1 (julio 2016 – mayo 2017) que resultaron negativos en la prueba de capilaridad fueron tabulados obteniendo el valor máximo y mínimo de la data de estudio. Se determinó 10 rangos de igual amplitud entre los valores antes mencionados y se anotó la el número de repeticiones correspondientes en cada rango como en frecuencia simple y porcentaje. Seguidamente, se tomaron los datos del periodo 2 (junio 2017 – agosto 2017) y se repitió el conteo de número de datos correspondientes a cada rango establecidos del periodo 1 registrando el resultado en frecuencia simple y porcentaje.

Cabe precisar que el índice de refracción de una sustancia depende de su estado físico, de la temperatura y de la longitud de onda utilizada en la medición (Chowolson, 1951). Tratándose de líquidos como en el caso de la leche que está formado por muchas sustancias disueltas, emulsionadas o en estado de suspensión, su índice de refracción está supeditado a la naturaleza y concentración de sus componentes. Así el índice de refracción de la mezcla está dado por la suma total de los índices de refracción de sus componentes (Lau, 1965) y por

tanto se verá afectado por los demás parámetros evaluados. De los resultados obtenidos que se muestran en el Cuadro 9 y Figura 9 se observa que el rango de °Brix que dio resultados de capilaridad negativos fue de 32,11 a 34,66 °B abarcando un 86,4 por ciento de la data de análisis; mientras que en los datos de validación, este rango representó el 83,87 por ciento de los datos.

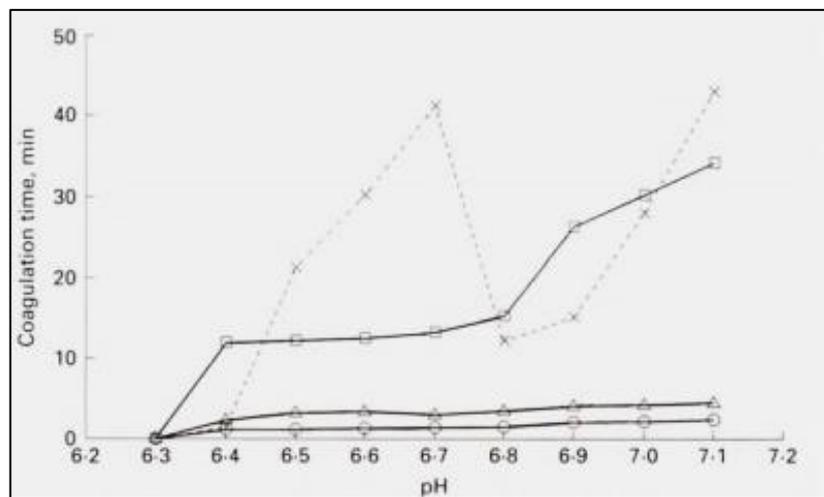
El pH también fue un parámetro de análisis, dada su importancia y estrecha relación con la estabilidad térmica, tal como se ha mencionado líneas anteriores. En línea con los parámetros de contenido graso y sólidos totales; para este valor también se tabuló los datos del periodo 1 (julio 2016-mayo 2017) que resultaron negativos en la prueba de capilaridad, es decir, no presentó coagulación visible fueron tabulados; obteniendo el valor máximo y mínimo de la data de estudio; se determinó 10 rangos de igual amplitud entre los valores antes mencionados y se anotó la el número de repeticiones correspondientes en cada rango como en frecuencia simple y porcentaje. Seguidamente, se tomaron los datos del periodo 2 (junio 2017 – agosto 2017) y se repitió el conteo de número de datos correspondientes a cada rango en frecuencia simple y porcentaje.

En este caso, el 79,29 por ciento de los datos de análisis estuvieron comprendidos en un rango de pH que osciló entre 6,39 y 6,48; este mismo rango, representó el 61,29 por ciento de la data de validación. Cabe resaltar que un rango anterior (entre 6,36 y 6,39) tuvo el 12,9 por ciento de frecuencia en la data de validación; este resultado puede obedecer a diferencias en la calibración de los equipos; asimismo, la estacionalidad también es un factor que puede influir pues en invierno (meses del periodo 1) las propiedades pueden diferir. Asimismo, otro factor a considerar fueron los desastres naturales ocurridos en Arequipa en el mes de Julio 2017; lo que provocó el derrumbe de cerros que bloquearon la carretera y obligaron a las cisternas de transporte de leche a tomar rutas alternas duplicando o triplicando de tiempo de viaje de la leche hasta la planta de proceso; lo cual pudo hacer que la leche se acidificara ligeramente por acción microbiológica.

Es importante resaltar también que, según lo observado tanto en el cuadro 10 como en el anexo 1, los valores de pH oscilan en el rango de 6,26 a 6,58; siendo estos menores a los de la leche fluida, esto concuerda con lo mencionado por Boldrini (1984) que indica que el pH de la leche fluida declina con la concentración, indica también que la disminución del pH

con el incremento de la concentración de sólidos en la leche es sustancialmente lineal en el rango de sólidos no grasos de 9 a 40 por ciento; dentro del cual se encuentra la data de análisis y validación objeto de este trabajo.

Farah y Atkins; citado por Carrillo y Pinto (2001) encuentran que el pH es un factor relevante en la estabilidad térmica de la leche de vaca; según su estudio a pH próximos a 6,7; la leche de vaca posee la máxima estabilidad, mientras que a pH de 6.8 presenta la mínima (Ver Figura 12).



**Figura 12: Tiempo de coagulación de vs. pH para leche de camello a 100 (□), 120 (Δ) y 130 °C (○), y leche de vaca a 130 °C (X).**

FUENTE: Farah y Atkins; citado por Carrillo y Pinto (2001)

Walstra *et al.* (2001) coincide también en la importancia de pH para evitar la coagulación térmica indicando que el pH inicial de la leche tiene gran influencia sobre el tiempo de coagulación térmica; cuanto menor es el pH, a más baja temperatura coagula la leche. El descenso del pH que se produce durante el calentamiento es un factor esencial en la coagulación térmica de la leche. La disminución inicial 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. Con frecuencia, la leche solamente coagula cuando el pH es inferior a 6,2, y por tanto, cuanto mayor es el pH inicial, más tiempo transcurre hasta que el pH desciende lo suficiente como para que se produzca la coagulación. No obstante, como se ha mencionado antes la coagulación térmica es mucho más compleja que la coagulación solo por acidificación.

Por otro lado, Boldrini (1984), agrega también que el balance salino junto con el pH son dos de los efectos más importantes en la estabilidad de la leche. Seekles y Smeets; citado por Boldrini (1984) afirma que las leches poco estables, el ajuste a un pH más alcalino o la adición de capadores de calcio constituyen medidas correctivas efectivas para este defecto de termoestabilidad. Es así, que el efecto del pH junto con la adición de fosfatos juega un rol vital en la estabilidad de la leche y deben ser considerados.

Otro aspecto fundamental es la disminución de la k caseína en las micelas, que hace que sean menos “pilosas”. A temperaturas altas, cuanto mayor es el pH, más proteína está fuera de las micelas y la principal proteína implicada es la caseína k. Existe un equilibrio entre la caseína k que hay en las micelas y la que está en disolución, que se desplaza hacia la disolución al aumentar el pH. También se ha comprobado que el cambio es más acusado en presencia de proteínas del suero, produciéndose en un rango de pH más estrecho. Como ya se ha mencionado, la b-lactoglobulina y la caseína k reaccionan con alta temperatura. En condiciones de pH alto (>6,7), la formación del complejo se produce principalmente en disolución, descendiendo la concentración de caseína k en el suero y, por lo tanto, modificando el reparto de la caseína k entre la disolución y la micela. La consecuencia es que se disocia de las micelas más cantidad de caseína k. A un pH bajo (<6,7) se produce el efecto contrario. Es decir, que el estado de las micelas de caseína es absolutamente dependiente del pH. Las micelas con poca caseína k serán mucho menos estables y se agregarán mucho más fácilmente que las que tienen intactas todas las proyecciones, las micelas que son más estables a pH más alto porque éste implica una carga negativa mayor, lo mismo ocurre con las micelas que no han perdido la caseína k (Walstra *et al.*, 2001).

Es importante mencionar que la estabilidad térmica de la leche concentrada aumenta considerablemente a pH ácido cuando la leche original ha recibido un precalentamiento, como se realiza en esta industria según el flujo de operaciones mostrado en la figura 4. La razón es que la leche no precalentada, las proteínas del suero están en su forma nativa. Durante el calentamiento a 120 °C, las proteínas del suero se desnaturalizan y en condiciones de pH ácido se agregan fuertemente. Debido a la alta concentración de las proteínas del suero (concentradas), se forma un gel. Es decir, las micelas de caseína quedan incorporadas en un gel de proteínas séricas. A pH más alto, las proteínas del suero ya han sido desnaturalizadas y se han asociado con las micelas de caseína. Durante el precalentamiento de la leche no

evaporada, no se produce gelificación porque la concentración de proteínas del suero es demasiado baja.

Finalmente, se trabajó el valor de acidez expresado como porcentaje de ácido láctico. Tal como en los casos anteriores, se tabularon los datos del periodo 1 (julio 2016-mayo 2017) que resultaron negativos en la prueba de capilaridad no presentando coagulación visible; obteniendo el valor máximo y mínimo de la data de estudio. Se determinó diez rangos de igual amplitud entre los valores antes mencionados y se registró el número de repeticiones correspondientes en cada rango como en frecuencia simple y porcentaje. Seguidamente, se tomaron los datos del periodo 2 (junio 2017 – agosto 2017) y se repitió el conteo de número de datos correspondientes a cada rango establecidos del periodo 1 registrando el resultado en frecuencia simple y porcentaje.

Por último, el valor de acidez también fue evaluado y los resultados se muestran en el Cuadro 11 y Figura 11; tal como se observa de los resultados obtenidos que se muestran en el cuadro se observa que el rango de acidez que dio resultados de capilaridad negativos fue entre 0.40 y 0,46 abarcando un 71,9 por ciento de la data de análisis; mientras que en los datos de validación, este rango representó el 77,17 por ciento de los datos. Cabe resaltar que, tal como se dijo en la revisión literaria, en el caso de la leche, el pH y la acidez son valores relacionados pero que no necesariamente deben variar hacia el mismo sentido debido a que existen factores que pueden hacer variar la composición de la leche afectando su pH sin modificación de la acidez.

Ya encontrado el perfil analítico de la leche a ser utilizada para su presentación como leche evaporada UHT, definido por los rangos determinados para cada variable fisicoquímica estudiada, se observa que tal perfil está relacionado con el resultado del test de capilaridad y la estabilidad de la leche al calor, lo que confirma la dependencia del grado de estabilidad en el proceso UHT con la composición de la leche. Esto se explica porque la coagulación térmica de la leche, como se indicó líneas arriba, se debe principalmente a la desnaturalización de la proteína (relacionado al contenido de sólidos totales) y el valor de pH; estos dos factores influyen directamente en la estabilidad y aptitud de la leche para procesos de leche evaporada UHT. No obstante, el valor de grasa, acidez y grados Brix también son importantes en la estabilidad del producto ya que no trabajan

independientemente si no que interactúan entre sí.

Del estudio realizado, que se inició con la colección de data del Periodo 1 conformada con más de 500 valores por cada una de las cinco características fisicoquímicas evaluadas y del test subjetivo de capilaridad correspondiente, y que fueron procesados hasta encontrar los rangos que definen el perfil analítico de una leche concentrada proveniente de la zona de Majes – Arequipa, que no presentó coagulación, son los siguientes: de 10,14 a 11,19 por ciento de materia grasa; de 36,05 a 38,99 por ciento de sólidos totales; de 32,11 a 34,66 °Brix; de 6,26 a 6,58 de pH y de 0,4 a 0,46 de acidez expresada como ácido láctico. Cabe mencionar, que el perfil obtenido fue validado con la revisión de otros 100 valores correspondientes al Periodo 2.

El haber encontrado la correspondencia entre el perfil analítico de la leche concentrada de la zona de acopio y el resultado del test de capilaridad en la planta central, permite fortalecer el aseguramiento de la toma de decisión en la selección de leche apta para su procesamiento por UHT como leche evaporada, debido a que se reduce el grado de desaciertos por subjetividad de la prueba de capilaridad.

## V. CONCLUSIONES

- Del estudio realizado en el Periodo 1, se concluye que, bajo las condiciones operativas de la empresa, el perfil analítico de la leche concentrada proveniente de la zona de Majes – Arequipa que no presentó coagulación en la prueba de capilaridad está definido por los siguientes rangos: de 10,14 a 11,19 por ciento de materia grasa; de 36,05 a 38,99 por ciento de sólidos totales; de 32,11 a 34,66 °Brix; de 6,26 a 6,58 de pH y de 0,4 a 0,46 de acidez expresada como ácido láctico.
- Con la validación obtenida en el Periodo 2, se concluye que el uso del perfil analítico obtenido de la leche concentrada del centro de acopio y procesado, fortalece el aseguramiento de la toma de decisión en la selección de leche apta para su procesamiento por UHT como leche evaporada, debido a que se reduce el grado de desaciertos por subjetividad de la prueba de capilaridad.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Dado que la estabilidad térmica de la leche es un valor altamente dependiente de factores externos, se recomienda ampliar el estudio a los factores externos (estacionalidad, raza, alimentación, etc.) que pueden afectar este valor.
- Para utilizar este perfil analítico en cualquier otra empresa de la industria láctea, es necesario realizar la etapa de validación para confirmar que los rangos obtenidos son aplicables a su propia empresa.

## 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 2(1):38-42.
- Alais, CH. 1985. Ciencia de la leche: principios de técnica lechera. 1 ed. Barcelona, España. Reverté. 873 p.
- Alais, CH. 2003. Ciencia de la leche: Principios de técnica lechera. 2 ed. Barcelona, España. Reverté. 884 p.
- Amiot, J. 1994. Ciencia y tecnología de la leche. España. Acribia. 558 p.
- Badui, S. 1984. Química de los alimentos. Alambra mexicana. México. 427 p.
- Ballester, J. 1994. La microfiltración, un medio eficaz de reducción de bacterias y esporas en la leche. Revista Española de Lechería (57):40-41
- Barchiesi, C; Williams, P; Salvo, S. 2007. Inestabilidad de la leche asociada a componentes lácteos y estacionalidad en vacas a pastoreo. Pesq. agropec. bras., Brasília 42(12):1785-1791.
- Bath, DL; Dickinson, FN; Tucker, HA; Appleman, RD. 1987. Ganado lechero: principios, practicas, problemas y beneficios. 2 ed. México. Interamericana.

- Boldrini, G. 1984. Evaluación de los factores: acidez, temperatura y fosfato en la viscosidad de la leche evaporada. Tesis Ing. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 194 p.
- Caraballo, V; Herrera, R; Sierra, X. 2011. Modelado, simulación y control automático de la etapa de evaporación en el proceso de producción de leche en polvo en la empresa PROLECA LTDA. Universidad de Cartagena. 144 p.
- Carrillo, B; Pinto, M. 2001. Correlación entre la termoestabilidad y prueba de alcohol de la leche a nivel de un centro de acopio lechero. Archivos de medicina veterinaria 33(2).
- Chowolson, OD. 1951. Tratado de física: Traducción Juan B. de Aguilar-Amat. IV Optica. Serrahima y Urpi, S.L. Barcelona. p. 439.
- Cosme, AL; Guerrero, JA; Vélez, JF. 1997. Evaluación de propiedades fisicoquímicas de leche concentrada. 6 p.
- Cortada, A; Rodríguez, O. 2008. Principales métodos de conservación de leches fermentadas. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Cuba. Ciencia y Tecnología de Alimentos 18(2):71-78.
- De la Sota, C. 2016. Relación de los parámetros fisicoquímicos e higiénicos de leche fresca con el rendimiento de productos lácteos en las provincias de Concepción y Jauja, Junín. Tesis Ing. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 143 p.
- Del Greco, N. 2010. Estudio sobre tendencias de consumo de alimentos (en línea). Consultado 20 may 2017. Ministerio de Salud, Perú. Disponible en <http://bvs.minsa.gob.pe/local/minsa/2603.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 1971. Norma CODEX STAN 281-1971. Norma del Codex para las leches evaporadas (en

línea). Consultado 17 may 2017. Disponible en [http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCODEX%2BSTAN%2B281-1971%252FCXS\\_281s.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCODEX%2BSTAN%2B281-1971%252FCXS_281s.pdf)

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2004. Norma CODEX CAC/RCP 57-2004. Código de prácticas de higiene para la leche y los productos lácteos (en línea). Consultado 23 may 2017. Disponible en [www.fao.org/input/download/standards/10087/CXP\\_057s.pdf](http://www.fao.org/input/download/standards/10087/CXP_057s.pdf)

FAO/OMS (Food Agriculture Organization/Organización Mundial de la Salud). 2011. Norma General del CODEX para el uso de términos lecheros (CODEX STAN 206-1999). Leche y productos lácteos. 2 ed. Roma, Italia. p.187-190.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2014. Producción lechera. (en línea). Consultado 20 abr 2017. Disponible en <http://www.fao.org/dairy-production-products/production/es/>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2016. Portal Lácteo. Composición de la leche (en línea). Consultado 12 may 2017. Disponible en <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/composicion-de-la-leche/es/>

Fernández, E. 2015. Producción de vacunos lecheros: ordeños y calidad de leche. 1 ed. Lima, Perú. Macro. 189 p.

García, C; Montiel, R; Borderas, T. 2014. Grasa y proteína de la leche de vaca: componentes, síntesis y modificación. Universidad Autónoma Metropolitana. Coyoacán. México. Arch. Zootec 63(R):85-105.

- Geldres, BB. 1998. Influencia del medio ambiente en las lactaciones de vacas Holstein y Brown Swiss en la Campaña de Cajamarca. Tesis Ing. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Gil, A. 2010. Tratado de nutrición. Tomo II: Composición y calidad nutritiva de los alimentos. 2 ed. España. Médica Panamericana. 812 p.
- González, M. 2013. UF 1281: Elaboración de leches para el consumo. 1 ed. Andalucía, España. IC Editorial. 228 p.
- Hernández, R; Ponce, P. 2005. Efecto de tres tipos de dieta sobre la aparición de trastornos metabólicos y su relación con alteraciones en la composición de la leche en vacas Holstein Friesian. *Zootecnia Tropical* 23:295-310.
- Jensen, R. 2002. Invited Review: The composition of Bobine Milk Lipidis. *J. Dairy Sci.* 85:295-350.
- Lau. 1965. Estudio Preliminar del índice de refracción de leche producida en la zona de Lima. Tesis Ing. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Lerche, M. 1969. Inspección veterinaria de la leche. Zaragoza, España. Acribia. p. 188.
- Lora, P. 2003. Tecnología de la leche: guía de prácticas del curso. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Marchini, M; Sanmartino, D. 2009. Factores que afectan la estabilidad térmica y al alcohol de la leche cruda. Tecnología de transformación de la leche. Argentina. Universidad Nacional de Luján. 7 p.

- MINAGRI (Ministerio de agricultura y riego Perú). 2005. Aspectos nutricionales y tecnológicos de la leche. Ministerio de Agricultura. Dirección General de Promoción Agraria. 60 p.
- Negri, L. 2005. El pH y la acidez de la leche: manual de referencias técnicas para el logro de leche de calidad. 2 ed. INTA. 7 p.
- Ortiz, A. 2015. Efecto de la Bactofugación en la calidad del queso gauda utilizando leches con diferentes recuentos bacterianos. Memoria presentada como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero en Alimentos. Universidad Austral de Chile. 38 p.
- Pilamonta, D. 2015. Determinar la desnaturalización de la proteína de la leche en la etapa de evaporación durante la producción de leche en polvo.
- Rodríguez, H. 2003. Industria Láctea: manual de elaboración de productos lácteos. Lima, Perú. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle.
- Rodríguez, M. 2005. Manual de productos lácteos (en línea). Consultado 17 may 2017. Universidad Autónoma de Madrid. Disponible en [http://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/mrgrcia/lacteos2005.html](http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/mrgrcia/lacteos2005.html)
- Rodríguez, E. 2012. Caracterización de leches con diferentes grados de estabilidad proteica. Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Ciencia y Tecnología de alimentos. Bogotá D.C, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 49 p.
- Romero, R; Mestres J. 2004. Productos Lácteos Tecnología. Universidad Politécnica de Cataluña. 225 p.
- Sánchez, M; Boscan, L; De Jongh, F. 1996. Características físico-químicas y sanitarias de la leche del estado de Mérida, Venezuela. I. Zonas Altas, Revista Científica, FCV-LUZ

2:99-110.

Schlimme, E; Buchheim, W. 2002. La leche y sus componentes: propiedades químicas y físicas. Traducido por Dr. Pascual López Buesa. Zaragoza, España. Acribia.

Schmidt, G; Van Vleck, L. 1974. Bases científicas de la producción lechera. Zaragoza, España. Acribia.

Singh, H; McCarthy, OJ; Lucey, JA. 1997. Physico-chemical properties of milk. En: Advanced dairy chemistry. 3. Lactose, water, salts and vitamins. Fox P.F., ed. Chapman & Hall, Londres. p. 470-518.

Sousa, R. 2002. Alternativas para la industrialización y comercialización de productos lácteos. Secretaría Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación.

TETRA PAK. 2016. Tecnología UHT para alimentos y productos lácteos (en línea). Consultado 28 may 2017. Disponible en <http://www.tetrapak.com/pe/processing/uht-treatment>

TETRA PAK. 2015. Dairy processing handbook (en línea). Consultado 30 may 2017. Disponible en <https://www.tetrapak.com/about/newsarchive/dairy-processing-handbook-free-online>

Vargas, J. 1999. Elaboración de productos lácteos. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Varnam, A; Sutherland, J. 1995. Leche y productos lácteos: tecnología, química y microbiología. Zaragoza, España. Acribia. 476 p.

- Viera, M. 2013. Parámetros de calidad de leche de vacuno en los distritos de Apata, Matahuasi y concepción en el valle del Mantaro. Tesis Ing. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. 92 p.
- Walstra, P; Jenness, R. 1984. Dairy Chemistry and Physic. New York. Wiley. 467 p.
- Walstra P; Geurts, A; Noomen, A; Jellema, A; Van Boekel, M. 2001. Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos. Zaragoza, España. Acribia. 747 p.
- Zimmermann, K; Ruiz, H. 2010. Estructura y funcionalidad de las proteínas lácteas: efecto de modificaciones inducidas por medios físicos, químicos y enzimáticos. Departamento de ingeniería química, alimentos y ambiental. México. Universidad de las américas. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos 4-2:24-37.

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1: PORCENTAJE DE GRASA, SÓLIDOS TOTALES, °BRIX, pH, ACIDEZ Y RESULTADO DE CAPILARIDAD DE LA LECHE CONCENTRADA EN EL PERIODO 1 (JULIO 2016 – MAYO 2017)

	FECHA	GRASA (%)	SÓLIDOS TOTALES (%)	°Brix	pH	ACIDEZ	CAPILARIDAD 5'
<b>Jul-16</b>	<b>19</b>	10,30	40,32	34,6	6,42	0,44	Negativo
	<b>19</b>	10,80	37,21	33,7	6,37	0,42	Negativo
	<b>19</b>	10,65	37,20	33,9	6,36	0,44	Negativo
	<b>20</b>	11,23	38,56	33,9	6,39	0,41	Negativo
	<b>22</b>	11,24	38,27	33,56	6,38	0,38	Negativo
	<b>22</b>	9,94	36,48	32,4	6,42	0,42	Negativo
	<b>22</b>	10,39	37,63	33,5	6,40	0,45	Negativo
	<b>25</b>	10,28	37,02	32,4	6,40	0,45	Negativo
	<b>25</b>	9,75	37,42	34,08	6,37	0,43	Negativo
	<b>25</b>	10,95	38,31	34,01	6,38	0,45	Negativo
	<b>26</b>	10,65	38,49	34,0	6,48	0,45	Negativo
	<b>29</b>	10,42	38,11	33,88	6,4	0,42	Negativo
	<b>29</b>	9,11	34,21	29,95	6,45	0,38	Negativo
	<b>30</b>	10,28	38,36	34,2	6,43	0,46	Negativo
	<b>31</b>	10,25	37,49	33,4	6,39	0,44	Negativo
<b>Ago-16</b>	<b>1</b>	10,31	38,16	33,2	6,44	0,45	Negativo
	<b>2</b>	10,15	37,40	33,1	6,42	0,42	Negativo
	<b>2</b>	10,34	37,41	33,2	6,41	0,44	Negativo
	<b>2</b>	10,55	38,16	33,3	6,4	0,42	Negativo

«continuación»

Ago-16	3	10,51	38,21	33,77	6,40	0,41	Negativo
	3	10,20	37,22	32,72	6,42	0,40	Negativo
	4	9,76	36,01	31,63	6,40	0,40	Negativo
	4	10,71	38,54	33,8	6,4	0,45	Negativo
	5	9,97	37,64	33,47	6,47	0,43	Negativo
	6	10,17	37,31	32,91	6,48	0,43	Negativo
	8	9,60	35,94	31,36	6,41	0,41	Negativo
	8	10,23	37,28	33,6	6,4	0,44	Negativo
	9	10,46	38,36	33,2	6,45	0,44	Negativo
	10	10,44	37,86	33,1	6,44	0,41	Negativo
	11	10,39	38,20	34,04	6,46	0,43	Negativo
	12	10,33	37,93	33,6	6,44	0,44	Negativo
	12	10,36	38,31	33,8	6,43	0,44	Negativo
	12	11,71	42,48	38	6,42	0,51	Negativo
	14	9,95	37,23	32,5	6,42	0,44	Negativo
	14	10,62	38,37	33,5	6,43	0,45	Negativo
	16	10,53	38,94	34,45	6,43	0,45	Negativo
	17	10,17	37,84	33,27	6,44	0,44	Negativo
	17	10,36	37,59	32,9	6,4	0,45	Negativo
	18	10,77	39,75	35,07	6,41	0,45	Negativo
	18	12,19	42,67	37,79	6,4	0,51	Negativo
	18	10,14	37,90	33,5	6,36	0,45	Negativo
	18	10,14	38,05	33,5	6,37	0,45	Negativo
	19	10,26	37,78	33,31	6,43	0,41	Negativo
	19	10,44	37,85	33,18	6,42	0,44	Negativo
	20	10,01	37,51	33,13	6,41	0,44	Negativo
21	10,47	37,84	32,85	6,39	0,45	Negativo	
21	10,08	37,92	33,28	6,39	0,43	Negativo	

«continuación»

<b>Ago-16</b>	<b>21</b>	<b>10,07</b>	<b>37,93</b>	<b>33,35</b>	<b>6,39</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>23</b>	<b>10,56</b>	<b>38,95</b>	<b>34,64</b>	<b>6,42</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>24</b>	<b>10,55</b>	<b>38,22</b>	<b>33,18</b>	<b>6,48</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>24</b>	<b>10,02</b>	<b>37,61</b>	<b>32,98</b>	<b>6,49</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>25</b>	<b>10,54</b>	<b>38,23</b>	<b>33,45</b>	<b>6,49</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>26</b>	<b>11,10</b>	<b>38,96</b>	<b>34,21</b>	<b>6,44</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>26</b>	<b>10,46</b>	<b>37,85</b>	<b>33,19</b>	<b>6,42</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
	<b>26</b>	<b>10,44</b>	<b>38,18</b>	<b>33,4</b>	<b>6,51</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
	<b>27</b>	<b>10,48</b>	<b>37,95</b>	<b>33,15</b>	<b>6,45</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>28</b>	<b>10,71</b>	<b>38,35</b>	<b>33,2</b>	<b>6,47</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
	<b>29</b>	<b>10,41</b>	<b>37,42</b>	<b>32,8</b>	<b>6,47</b>	<b>0,40</b>	<b>Negativo</b>
	<b>30</b>	<b>10,47</b>	<b>38,73</b>	<b>34,7</b>	<b>6,50</b>	<b>0,46</b>	<b>Negativo</b>
	<b>30</b>	<b>10,72</b>	<b>38,87</b>	<b>34,4</b>	<b>6,50</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
<b>Set-16</b>	<b>1</b>	<b>10,42</b>	<b>38,07</b>	<b>33,7</b>	<b>6,42</b>	<b>0,46</b>	<b>Negativo</b>
	<b>1</b>	<b>10,85</b>	<b>38,58</b>	<b>33,49</b>	<b>6,46</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>1</b>	<b>10,80</b>	<b>38,53</b>	<b>33,48</b>	<b>6,46</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>1</b>	<b>10,13</b>	<b>37,09</b>	<b>32,21</b>	<b>6,48</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>2</b>	<b>9,83</b>	<b>36,44</b>	<b>32,1</b>	<b>6,44</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
	<b>2</b>	<b>10,02</b>	<b>36,32</b>	<b>31,7</b>	<b>6,46</b>	<b>0,39</b>	<b>Negativo</b>
	<b>2</b>	<b>10,23</b>	<b>36,90</b>	<b>32,1</b>	<b>6,47</b>	<b>0,40</b>	<b>Negativo</b>
	<b>2</b>	<b>10,22</b>	<b>36,79</b>	<b>32,3</b>	<b>6,47</b>	<b>0,40</b>	<b>Negativo</b>
	<b>2</b>	<b>10,54</b>	<b>37,57</b>	<b>32,3</b>	<b>6,49</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
	<b>4</b>	<b>10,30</b>	<b>37,73</b>	<b>33</b>	<b>6,42</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>5</b>	<b>9,95</b>	<b>36,79</b>	<b>32,73</b>	<b>6,47</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>6</b>	<b>10,08</b>	<b>37,66</b>	<b>32,77</b>	<b>6,47</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>6</b>	<b>10,55</b>	<b>38,60</b>	<b>33,6</b>	<b>6,43</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>

«continuación»

<b>Set-16</b>	<b>1</b>	<b>10,42</b>	<b>38,07</b>	<b>33,7</b>	<b>6,42</b>	<b>0,46</b>	<b>Negativo</b>
	<b>1</b>	<b>10,85</b>	<b>38,58</b>	<b>33,49</b>	<b>6,46</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>1</b>	<b>10,80</b>	<b>38,53</b>	<b>33,48</b>	<b>6,46</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>1</b>	<b>10,13</b>	<b>37,09</b>	<b>32,21</b>	<b>6,48</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>2</b>	<b>9,83</b>	<b>36,44</b>	<b>32,1</b>	<b>6,44</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
	<b>2</b>	<b>10,02</b>	<b>36,32</b>	<b>31,7</b>	<b>6,46</b>	<b>0,39</b>	<b>Negativo</b>
	<b>2</b>	<b>10,23</b>	<b>36,90</b>	<b>32,1</b>	<b>6,47</b>	<b>0,40</b>	<b>Negativo</b>
	<b>2</b>	<b>10,22</b>	<b>36,79</b>	<b>32,3</b>	<b>6,47</b>	<b>0,40</b>	<b>Negativo</b>
	<b>2</b>	<b>10,54</b>	<b>37,57</b>	<b>32,3</b>	<b>6,49</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
	<b>4</b>	<b>10,30</b>	<b>37,73</b>	<b>33</b>	<b>6,42</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>5</b>	<b>9,95</b>	<b>36,79</b>	<b>32,73</b>	<b>6,47</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>6</b>	<b>10,08</b>	<b>37,66</b>	<b>32,77</b>	<b>6,47</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>6</b>	<b>10,55</b>	<b>38,60</b>	<b>33,6</b>	<b>6,43</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>7</b>	<b>10,11</b>	<b>37,53</b>	<b>33,25</b>	<b>6,39</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>8</b>	<b>10,24</b>	<b>37,65</b>	<b>32,6</b>	<b>6,41</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>9</b>	<b>10,41</b>	<b>37,81</b>	<b>33,17</b>	<b>6,43</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>10</b>	<b>10,10</b>	<b>36,72</b>	<b>31,77</b>	<b>6,48</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>10</b>	<b>10,13</b>	<b>36,66</b>	<b>33,08</b>	<b>6,49</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>13</b>	<b>10,64</b>	<b>38,35</b>	<b>32,9</b>	<b>6,44</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>14</b>	<b>10,25</b>	<b>38,01</b>	<b>33,4</b>	<b>6,49</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>16</b>	<b>10,19</b>	<b>38,40</b>	<b>33,4</b>	<b>6,51</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>17</b>	<b>11,31</b>	<b>39,74</b>	<b>34,3</b>	<b>6,46</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
	<b>17</b>	<b>10,44</b>	<b>37,09</b>	<b>33,2</b>	<b>6,48</b>	<b>0,40</b>	<b>Negativo</b>
<b>17</b>	<b>10,03</b>	<b>37,59</b>	<b>33,18</b>	<b>6,44</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>	
<b>18</b>	<b>10,50</b>	<b>37,79</b>	<b>34,15</b>	<b>6,41</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>	
<b>19</b>	<b>10,00</b>	<b>36,12</b>	<b>32,27</b>	<b>6,45</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>	
<b>20</b>	<b>11,93</b>	<b>39,59</b>	<b>33,87</b>	<b>6,46</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>	

«continuación»

<b>Set-16</b>	<b>21</b>	<b>10,44</b>	<b>37,63</b>	<b>32,39</b>	<b>6,44</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
	<b>22</b>	<b>10,43</b>	<b>37,96</b>	<b>32,8</b>	<b>6,42</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>22</b>	<b>10,69</b>	<b>38,21</b>	<b>32,9</b>	<b>6,39</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>23</b>	<b>9,49</b>	<b>35,78</b>	<b>30,9</b>	<b>6,46</b>	<b>0,38</b>	<b>Negativo</b>
	<b>23</b>	<b>10,02</b>	<b>36,56</b>	<b>31,3</b>	<b>6,46</b>	<b>0,38</b>	<b>Negativo</b>
	<b>24</b>	<b>11,80</b>	<b>37,49</b>	<b>33,16</b>	<b>6,44</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
	<b>25</b>	<b>10,50</b>	<b>36,26</b>	<b>33,04</b>	<b>6,42</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
	<b>26</b>	<b>10,40</b>	<b>36,21</b>	<b>33,0</b>	<b>6,43</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>26</b>	<b>10,70</b>	<b>37,48</b>	<b>34,8</b>	<b>6,44</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>27</b>	<b>10,60</b>	<b>36,90</b>	<b>33,9</b>	<b>6,42</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>27</b>	<b>10,20</b>	<b>37,69</b>	<b>33,3</b>	<b>6,42</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>27</b>	<b>10,20</b>	<b>37,66</b>	<b>33,4</b>	<b>6,41</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>28</b>	<b>11,45</b>	<b>38,19</b>	<b>32,6</b>	<b>6,48</b>	<b>0,4</b>	<b>Negativo</b>
	<b>29</b>	<b>9,80</b>	<b>36,66</b>	<b>32</b>	<b>6,52</b>	<b>0,37</b>	<b>Negativo</b>
<b>Oct-16</b>	<b>1</b>	<b>10,40</b>	<b>38,43</b>	<b>33,8</b>	<b>6,42</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>2</b>	<b>10,40</b>	<b>38,24</b>	<b>33,31</b>	<b>6,41</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>3</b>	<b>10,45</b>	<b>37,28</b>	<b>34,5</b>	<b>6,44</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>3</b>	<b>10,20</b>	<b>37,12</b>	<b>32,9</b>	<b>6,44</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>4</b>	<b>10,20</b>	<b>35,63</b>	<b>32,5</b>	<b>6,41</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>4</b>	<b>10,10</b>	<b>36,66</b>	<b>33,5</b>	<b>6,4</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>5</b>	<b>10,50</b>	<b>36,00</b>	<b>32,83</b>	<b>6,46</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>5</b>	<b>10,40</b>	<b>36,13</b>	<b>32,83</b>	<b>6,44</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>6</b>	<b>10,99</b>	<b>36,17</b>	<b>31,55</b>	<b>6,43</b>	<b>0,39</b>	<b>Negativo</b>
	<b>6</b>	<b>10,66</b>	<b>36,13</b>	<b>31,21</b>	<b>6,44</b>	<b>0,40</b>	<b>Negativo</b>
	<b>8</b>	<b>11,00</b>	<b>37,00</b>	<b>34,15</b>	<b>6,44</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>9</b>	<b>10,81</b>	<b>36,34</b>	<b>33,9</b>	<b>6,41</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>10</b>	<b>10,35</b>	<b>36,14</b>	<b>32,80</b>	<b>6,48</b>	<b>0,40</b>	<b>Negativo</b>

«continuación»

Oct-16	10	10,42	36,69	33,26	6,48	0,41	Negativo
	11	10,70	36,00	32,8	6,46	0,41	Negativo
	11	10,84	36,25	33,2	6,46	0,42	Negativo
	12	11,14	36,14	33,1	6,39	0,43	Negativo
	12	10,99	36,18	33	6,4	0,43	Negativo
	12	10,84	36,12	33,2	6,4	0,43	Negativo
	12	10,54	35,27	32,7	6,49	0,43	Negativo
	12	10,89	35,70	33,0	6,49	0,41	Negativo
	13	11,07	36,75	33,70	6,43	0,42	Negativo
	14	10,41	36,27	33	6,44	0,44	Negativo
	14	10,47	36,16	33	6,43	0,43	Negativo
	14	10,68	36,19	32,9	6,45	0,41	Negativo
	14	10,45	35,34	32	6,45	0,39	Negativo
	15	10,50	36,65	34,4	6,4	0,46	Negativo
	16	10,37	35,90	33	6,4	0,41	Negativo
	16	10,60	36,50	33,3	6,44	0,40	Negativo
	17	10,29	35,09	31,97	6,44	0,40	Negativo
	18	10,60	36,70	32,94	6,5	0,4	Negativo
	18	10,49	35,84	33,58	6,46	0,41	Negativo
	18	10,85	36,67	33,9	6,45	0,43	Negativo
	18	10,25	36,02	32,75	6,44	0,41	Negativo
	19	10,71	36,81	33,97	6,44	0,44	Negativo
	19	10,28	36,37	32,92	6,41	0,44	Negativo
	21	10,73	36,50	32,86	6,4	0,43	Negativo
	21	10,40	35,36	32,27	6,44	0,43	Negativo
	21	11,07	36,49	33,29	6,47	0,43	Negativo
22	10,43	35,42	32,38	6,44	0,41	Negativo	

«continuación»

<b>Oct-16</b>	<b>23</b>	<b>10,56</b>	<b>36,74</b>	<b>33,75</b>	<b>6,45</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>23</b>	<b>10,52</b>	<b>35,72</b>	<b>33</b>	<b>6,45</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>24</b>	<b>9,71</b>	<b>33,25</b>	<b>30,37</b>	<b>6,46</b>	<b>0,39</b>	<b>Negativo</b>
	<b>24</b>	<b>10,55</b>	<b>35,77</b>	<b>32,51</b>	<b>6,42</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>25</b>	<b>10,35</b>	<b>35,99</b>	<b>33,2</b>	<b>6,39</b>	<b>0,49</b>	<b>Negativo</b>
	<b>25</b>	<b>10,51</b>	<b>36,54</b>	<b>33,37</b>	<b>6,41</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>25</b>	<b>10,93</b>	<b>37,51</b>	<b>34,7</b>	<b>6,41</b>	<b>0,46</b>	<b>Negativo</b>
	<b>26</b>	<b>10,32</b>	<b>35,12</b>	<b>31,61</b>	<b>6,4</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>26</b>	<b>9,84</b>	<b>33,77</b>	<b>31,39</b>	<b>6,4</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>26</b>	<b>10,32</b>	<b>35,05</b>	<b>30,75</b>	<b>6,41</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>27</b>	<b>10,56</b>	<b>36,29</b>	<b>33,4</b>	<b>6,46</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>27</b>	<b>10,50</b>	<b>36,12</b>	<b>32,88</b>	<b>6,46</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
	<b>27</b>	<b>10,15</b>	<b>34,48</b>	<b>30,77</b>	<b>6,47</b>	<b>0,40</b>	<b>Negativo</b>
	<b>29</b>	<b>10,19</b>	<b>35,96</b>	<b>32,7</b>	<b>6,50</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>30</b>	<b>10,82</b>	<b>36,84</b>	<b>34,2</b>	<b>6,39</b>	<b>0,5</b>	<b>Negativo</b>
	<b>30</b>	<b>11,04</b>	<b>36,80</b>	<b>33,35</b>	<b>6,43</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>30</b>	<b>10,62</b>	<b>36,15</b>	<b>33,6</b>	<b>6,4</b>	<b>0,46</b>	<b>Negativo</b>
	<b>30</b>	<b>10,30</b>	<b>36,84</b>	<b>33,9</b>	<b>6,44</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>31</b>	<b>10,39</b>	<b>35,62</b>	<b>32,82</b>	<b>6,39</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>Oct-16</b>	<b>1</b>	<b>9,96</b>	<b>35,88</b>	<b>32,9</b>	<b>6,47</b>	<b>0,4</b>
<b>2</b>		<b>10,42</b>	<b>35,78</b>	<b>33,41</b>	<b>6,43</b>	<b>0,48</b>	<b>Negativo</b>
<b>2</b>		<b>10,59</b>	<b>36,31</b>	<b>33,77</b>	<b>6,42</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
<b>3</b>		<b>10,44</b>	<b>36,49</b>	<b>33,15</b>	<b>6,36</b>	<b>0,47</b>	<b>Negativo</b>
<b>4</b>		<b>10,24</b>	<b>36,50</b>	<b>32,9</b>	<b>6,42</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
<b>4</b>		<b>10,39</b>	<b>36,73</b>	<b>32,7</b>	<b>6,41</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
<b>5</b>		<b>10,24</b>	<b>36,91</b>	<b>33,41</b>	<b>6,4</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
<b>5</b>		<b>10,02</b>	<b>35,63</b>	<b>32,55</b>	<b>6,41</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>

«continuación»

<b>Oct-16</b>	<b>5</b>	<b>10,52</b>	<b>36,65</b>	<b>33,0</b>	<b>6,35</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>5</b>	<b>9,83</b>	<b>35,43</b>	<b>31,95</b>	<b>6,42</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>5</b>	<b>10,39</b>	<b>36,74</b>	<b>32,92</b>	<b>6,41</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>6</b>	<b>10,38</b>	<b>36,74</b>	<b>33,2</b>	<b>6,41</b>	<b>0,47</b>	<b>Negativo</b>
	<b>6</b>	<b>10,42</b>	<b>36,37</b>	<b>32,3</b>	<b>6,38</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>6</b>	<b>10,64</b>	<b>36,93</b>	<b>32,9</b>	<b>6,38</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>7</b>	<b>10,44</b>	<b>35,80</b>	<b>32,3</b>	<b>6,46</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
	<b>7</b>	<b>11,23</b>	<b>37,78</b>	<b>34,2</b>	<b>6,43</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>8</b>	<b>10,72</b>	<b>36,63</b>	<b>33,2</b>	<b>6,5</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>8</b>	<b>10,63</b>	<b>36,44</b>	<b>33,15</b>	<b>6,51</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>8</b>	<b>10,30</b>	<b>36,88</b>	<b>33,4</b>	<b>6,46</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>9</b>	<b>11,38</b>	<b>37,20</b>	<b>33,46</b>	<b>6,5</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>10</b>	<b>9,94</b>	<b>35,91</b>	<b>32,4</b>	<b>6,41</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>10</b>	<b>10,36</b>	<b>36,39</b>	<b>32,7</b>	<b>6,42</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>11</b>	<b>10,61</b>	<b>36,92</b>	<b>33,4</b>	<b>6,38</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>12</b>	<b>10,18</b>	<b>35,83</b>	<b>32,79</b>	<b>6,47</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
	<b>12</b>	<b>10,71</b>	<b>36,18</b>	<b>32,48</b>	<b>6,44</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>12</b>	<b>10,93</b>	<b>36,79</b>	<b>33,2</b>	<b>6,43</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>12</b>	<b>11,04</b>	<b>37,22</b>	<b>33,5</b>	<b>6,43</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>13</b>	<b>10,98</b>	<b>37,23</b>	<b>33,4</b>	<b>6,38</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>13</b>	<b>10,41</b>	<b>36,19</b>	<b>33,1</b>	<b>6,4</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>14</b>	<b>10,76</b>	<b>36,97</b>	<b>33,79</b>	<b>6,37</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>15</b>	<b>10,48</b>	<b>36,39</b>	<b>32,86</b>	<b>6,4</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>15</b>	<b>10,62</b>	<b>36,76</b>	<b>33,27</b>	<b>6,37</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
<b>16</b>	<b>10,23</b>	<b>36,98</b>	<b>33,8</b>	<b>6,39</b>	<b>0,46</b>	<b>Negativo</b>	
<b>17</b>	<b>10,04</b>	<b>37,05</b>	<b>33,9</b>	<b>6,33</b>	<b>0,48</b>	<b>Negativo</b>	
<b>17</b>	<b>11,20</b>	<b>38,80</b>	<b>34,8</b>	<b>6,32</b>	<b>0,47</b>	<b>Negativo</b>	

«continuación»

Oct-16	17	10,90	37,28	34,2	6,37	0,44	Negativo
	17	10,36	37,15	33,59	6,41	0,43	Negativo
	19	10,60	36,91	34	6,42	0,47	Negativo
	19	10,79	36,72	33,5	6,39	0,43	Negativo
	19	10,05	37,69	34,42	6,36	0,44	Negativo
	22	10,90	38,83	33,5	6,36	0,45	Negativo
	22	10,26	37,38	34,3	6,35	0,46	Negativo
	22	10,44	36,34	32,4	6,41	0,4	Negativo
	22	10,51	37,44	33,8	6,4	0,42	Negativo
	22	9,92	35,40	31,45	6,44	0,4	Negativo
	22	10,24	36,59	32,88	6,42	0,42	Negativo
	23	10,66	36,96	32,90	6,38	0,43	Negativo
	24	10,11	36,68	33,2	6,4	0,42	Negativo
	24	9,62	34,04	30,39	6,40	0,40	Negativo
	25	10,34	36,58	32,9	6,42	0,42	Negativo
	25	10,75	37,51	33,4	6,40	0,45	Negativo
	26	10,10	36,21	32,5	6,46	0,41	Negativo
	26	10,64	37,38	33,4	6,44	0,44	Negativo
	27	10,39	36,56	33	6,39	0,46	Negativo
	27	10,62	37,31	33,1	6,35	0,48	Negativo
	27	10,61	37,60	34,4	6,42	0,51	Negativo
	27	10,81	36,39	32,72	6,35	0,44	Negativo
	27	10,21	35,77	32,1	6,39	0,42	Negativo
	28	9,65	34,55	30,8	6,41	0,43	Negativo
	29	10,05	35,56	32,32	6,44	0,44	Negativo
	29	10,46	36,58	32,9	6,4	0,48	Negativo
	30	10,61	36,57	33,3	6,37	0,46	Negativo
	30	10,63	38,24	34,6	6,38	0,48	Negativo

«continuación»

<b>Dic-16</b>	<b>1</b>	<b>10,46</b>	<b>37,33</b>	<b>33,9</b>	<b>6,44</b>	<b>0,47</b>	<b>Negativo</b>
	<b>1</b>	<b>10,78</b>	<b>37,47</b>	<b>33,2</b>	<b>6,4</b>	<b>0,46</b>	<b>Negativo</b>
	<b>2</b>	<b>10,16</b>	<b>36,30</b>	<b>32,36</b>	<b>6,43</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
	<b>3</b>	<b>10,21</b>	<b>36,40</b>	<b>32,76</b>	<b>6,43</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>3</b>	<b>10,13</b>	<b>36,41</b>	<b>33,29</b>	<b>6,38</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>3</b>	<b>10,87</b>	<b>37,70</b>	<b>33,85</b>	<b>6,36</b>	<b>0,46</b>	<b>Negativo</b>
	<b>3</b>	<b>10,70</b>	<b>37,18</b>	<b>33,39</b>	<b>6,36</b>	<b>0,46</b>	<b>Negativo</b>
	<b>3</b>	<b>9,74</b>	<b>34,36</b>	<b>30,9</b>	<b>6,39</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
	<b>5</b>	<b>10,48</b>	<b>36,80</b>	<b>32,8</b>	<b>6,4</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>6</b>	<b>10,43</b>	<b>37,34</b>	<b>33,6</b>	<b>6,43</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>6</b>	<b>10,65</b>	<b>36,56</b>	<b>32,9</b>	<b>6,40</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>7</b>	<b>10,61</b>	<b>37,30</b>	<b>33,4</b>	<b>6,46</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>7</b>	<b>10,74</b>	<b>37,37</b>	<b>33,8</b>	<b>6,39</b>	<b>0,49</b>	<b>Negativo</b>
	<b>7</b>	<b>11,45</b>	<b>39,11</b>	<b>35,4</b>	<b>6,37</b>	<b>0,49</b>	<b>Negativo</b>
	<b>9</b>	<b>10,75</b>	<b>37,34</b>	<b>33,48</b>	<b>6,41</b>	<b>0,47</b>	<b>Negativo</b>
	<b>9</b>	<b>10,70</b>	<b>37,40</b>	<b>33,42</b>	<b>6,4</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>10</b>	<b>10,91</b>	<b>37,14</b>	<b>33,4</b>	<b>6,39</b>	<b>0,47</b>	<b>Negativo</b>
	<b>12</b>	<b>9,09</b>	<b>33,34</b>	<b>30</b>	<b>6,52</b>	<b>0,38</b>	<b>Negativo</b>
	<b>12</b>	<b>10,49</b>	<b>36,43</b>	<b>32,5</b>	<b>6,45</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>13</b>	<b>10,54</b>	<b>36,63</b>	<b>32,4</b>	<b>6,37</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>13</b>	<b>10,54</b>	<b>37,41</b>	<b>33,34</b>	<b>6,43</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>13</b>	<b>10,50</b>	<b>36,37</b>	<b>32,01</b>	<b>6,41</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>14</b>	<b>10,58</b>	<b>37,38</b>	<b>33,6</b>	<b>6,41</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>14</b>	<b>9,87</b>	<b>35,25</b>	<b>31,58</b>	<b>6,41</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
<b>14</b>	<b>10,28</b>	<b>36,05</b>	<b>32,13</b>	<b>6,4</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>	
<b>15</b>	<b>10,87</b>	<b>36,51</b>	<b>33,2</b>	<b>6,39</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>	

«continuación»

<b>Dic-16</b>	<b>16</b>	<b>10,63</b>	<b>37,65</b>	<b>34,2</b>	<b>6,41</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>17</b>	<b>10,71</b>	<b>37,13</b>	<b>33,7</b>	<b>6,42</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
	<b>17</b>	<b>10,24</b>	<b>35,88</b>	<b>32,6</b>	<b>6,43</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>18</b>	<b>10,86</b>	<b>37,22</b>	<b>33,8</b>	<b>6,4</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
	<b>18</b>	<b>11,05</b>	<b>37,50</b>	<b>33,6</b>	<b>6,41</b>	<b>0,46</b>	<b>Negativo</b>
	<b>19</b>	<b>10,14</b>	<b>36,73</b>	<b>33,4</b>	<b>6,37</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>27</b>	<b>10,16</b>	<b>36,28</b>	<b>33,2</b>	<b>6,46</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
	<b>27</b>	<b>10,91</b>	<b>37,43</b>	<b>33,0</b>	<b>6,47</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>27</b>	<b>10,47</b>	<b>36,93</b>	<b>33,49</b>	<b>6,47</b>	<b>0,4</b>	<b>Negativo</b>
	<b>29</b>	<b>10,00</b>	<b>36,75</b>	<b>32,97</b>	<b>6,45</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>29</b>	<b>10,20</b>	<b>35,40</b>	<b>33,4</b>	<b>6,48</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>29</b>	<b>10,30</b>	<b>36,29</b>	<b>33,21</b>	<b>6,4</b>	<b>0,46</b>	<b>negativo</b>
	<b>30</b>	<b>10,60</b>	<b>37,42</b>	<b>34,4</b>	<b>6,34</b>	<b>0,46</b>	<b>Negativo</b>
	<b>30</b>	<b>10,15</b>	<b>37,56</b>	<b>33,83</b>	<b>6,4</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
<b>Ene-17</b>	<b>2</b>	<b>10,50</b>	<b>36,68</b>	<b>33,4</b>	<b>6,44</b>	<b>0,46</b>	<b>Negativo</b>
	<b>2</b>	<b>10,50</b>	<b>37,99</b>	<b>33,2</b>	<b>6,39</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>2</b>	<b>10,30</b>	<b>36,21</b>	<b>32,68</b>	<b>6,4</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>3</b>	<b>10,05</b>	<b>36,79</b>	<b>33,5</b>	<b>6,4</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>3</b>	<b>10,43</b>	<b>36,56</b>	<b>33,04</b>	<b>6,39</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>3</b>	<b>10,88</b>	<b>37,29</b>	<b>33,09</b>	<b>6,40</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>4</b>	<b>10,61</b>	<b>37,22</b>	<b>33,6</b>	<b>6,41</b>	<b>0,48</b>	<b>Negativo</b>
	<b>4</b>	<b>10,86</b>	<b>37,60</b>	<b>34</b>	<b>6,42</b>	<b>0,46</b>	<b>Negativo</b>
	<b>5</b>	<b>10,63</b>	<b>37,07</b>	<b>33,6</b>	<b>6,4</b>	<b>0,47</b>	<b>Negativo</b>
	<b>5</b>	<b>10,47</b>	<b>36,98</b>	<b>33,23</b>	<b>6,4</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>5</b>	<b>11,08</b>	<b>37,72</b>	<b>33,56</b>	<b>6,37</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>6</b>	<b>10,82</b>	<b>36,36</b>	<b>33,1</b>	<b>6,42</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>6</b>	<b>10,77</b>	<b>36,81</b>	<b>33,2</b>	<b>6,41</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>6</b>	<b>10,66</b>	<b>36,87</b>	<b>32,9</b>	<b>6,42</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>

«continuación»

Ene-17	7	9,90	38,25	32,6	6,38	0,45	Negativo
	8	11,39	37,64	33,6	6,42	0,42	Negativo
	8	11,51	37,82	33,7	6,43	0,42	Negativo
	9	10,47	36,37	32,68	6,36	0,45	Negativo
	9	10,69	36,62	33,17	6,37	0,46	Negativo
	9	9,89	35,96	32,39	6,38	0,45	Negativo
	11	10,40	37,23	34	6,41	0,44	Negativo
	12	10,89	38,35	34,75	6,36	0,45	Negativo
	12	11,13	38,34	35,5	6,35	0,46	Negativo
	12	11,00	37,50	33,9	6,35	0,46	Negativo
	13	10,32	38,28	32,6	6,36	0,43	Negativo
	13	12,50	41,87	38,1	6,35	0,5	Negativo
	14	10,35	35,88	32	6,30	0,45	Negativo
	14	10,39	36,86	33,34	6,36	0,44	Negativo
	16	10,83	37,77	34,46	6,39	0,42	Negativo
	17	10,51	36,98	33,14	6,39	0,43	Negativo
	18	10,17	37,01	33,53	6,44	0,42	Negativo
	18	10,73	37,29	33,83	6,37	0,44	Negativo
	19	11,59	38,81	35,2	6,39	0,46	Negativo
	19	10,85	37,45	33	6,4	0,43	Negativo
	20	10,69	36,75	32,6	6,4	0,41	Negativo
	23	10,61	35,82	31,8	6,46	0,4	Negativo
	23	10,70	36,06	32	6,46	0,4	Negativo
	23	10,79	36,12	31,9	6,46	0,4	Negativo
	24	10,94	37,64	34,3	6,44	0,43	Negativo
24	11,09	36,75	33,2	6,45	0,4	Negativo	
25	10,83	36,98	33,09	6,42	0,4	Negativo	

«continuación»

<b>Ene-17</b>	<b>27</b>	<b>10,95</b>	<b>37,75</b>	<b>33,88</b>	<b>6,40</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
	<b>27</b>	<b>10,55</b>	<b>37,53</b>	<b>33,6</b>	<b>6,42</b>	<b>0,46</b>	<b>Negativo</b>
	<b>28</b>	<b>10,98</b>	<b>37,96</b>	<b>33,7</b>	<b>6,4</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>29</b>	<b>10,51</b>	<b>36,91</b>	<b>34,63</b>	<b>6,39</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>30</b>	<b>10,51</b>	<b>36,91</b>	<b>32,65</b>	<b>6,43</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>31</b>	<b>11,42</b>	<b>37,72</b>	<b>33,73</b>	<b>6,39</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>31</b>	<b>10,47</b>	<b>37,23</b>	<b>33,2</b>	<b>6,37</b>	<b>0,40</b>	<b>Negativo</b>
<b>Feb-17</b>	<b>1</b>	<b>11,28</b>	<b>38,13</b>	<b>33,9</b>	<b>6,39</b>	<b>0,39</b>	<b>Negativo</b>
	<b>2</b>	<b>9,47</b>	<b>34,16</b>	<b>30,6</b>	<b>6,45</b>	<b>0,39</b>	<b>Negativo</b>
	<b>2</b>	<b>11,10</b>	<b>37,94</b>	<b>34,19</b>	<b>6,42</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>3</b>	<b>11,17</b>	<b>37,85</b>	<b>33,7</b>	<b>6,46</b>	<b>0,40</b>	<b>Negativo</b>
	<b>4</b>	<b>10,94</b>	<b>37,25</b>	<b>33,5</b>	<b>6,45</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>5</b>	<b>11,27</b>	<b>38,17</b>	<b>34,3</b>	<b>6,38</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>5</b>	<b>11,10</b>	<b>37,84</b>	<b>33,76</b>	<b>6,36</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>7</b>	<b>9,74</b>	<b>34,47</b>	<b>30,47</b>	<b>6,47</b>	<b>0,39</b>	<b>Negativo</b>
	<b>7</b>	<b>10,19</b>	<b>36,83</b>	<b>32,69</b>	<b>6,44</b>	<b>0,40</b>	<b>Negativo</b>
	<b>7</b>	<b>10,67</b>	<b>36,62</b>	<b>31,9</b>	<b>6,38</b>	<b>0,4</b>	<b>Negativo</b>
	<b>8</b>	<b>10,53</b>	<b>36,49</b>	<b>32,23</b>	<b>6,37</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>8</b>	<b>10,83</b>	<b>36,37</b>	<b>32,9</b>	<b>6,4</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>8</b>	<b>10,67</b>	<b>36,37</b>	<b>32,5</b>	<b>6,38</b>	<b>0,4</b>	<b>Negativo</b>
	<b>9</b>	<b>10,55</b>	<b>37,06</b>	<b>33,9</b>	<b>6,39</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>10</b>	<b>10,54</b>	<b>36,06</b>	<b>32,6</b>	<b>6,45</b>	<b>0,4</b>	<b>Negativo</b>
	<b>10</b>	<b>11,40</b>	<b>37,63</b>	<b>33,8</b>	<b>6,43</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>10</b>	<b>11,54</b>	<b>38,08</b>	<b>34,3</b>	<b>6,42</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>11</b>	<b>10,60</b>	<b>37,85</b>	<b>37,0</b>	<b>6,39</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>12</b>	<b>10,00</b>	<b>37,33</b>	<b>33,65</b>	<b>6,43</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>13</b>	<b>10,35</b>	<b>36,90</b>	<b>33,11</b>	<b>6,39</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>

«continuación»

<b>Feb-17</b>	<b>13</b>	<b>11,05</b>	<b>37,71</b>	<b>33,95</b>	<b>6,41</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>15</b>	<b>10,40</b>	<b>37,13</b>	<b>33</b>	<b>6,45</b>	<b>0,39</b>	<b>Negativo</b>
	<b>16</b>	<b>10,85</b>	<b>38,43</b>	<b>34</b>	<b>6,45</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
	<b>16</b>	<b>10,25</b>	<b>38,96</b>	<b>33,93</b>	<b>6,48</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>16</b>	<b>10,60</b>	<b>36,88</b>	<b>32,77</b>	<b>6,45</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>17</b>	<b>10,50</b>	<b>36,34</b>	<b>32,6</b>	<b>6,41</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
	<b>17</b>	<b>10,75</b>	<b>38,18</b>	<b>34</b>	<b>6,36</b>	<b>0,46</b>	<b>Negativo</b>
	<b>19</b>	<b>11,25</b>	<b>38,81</b>	<b>34,6</b>	<b>6,3</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>20</b>	<b>10,20</b>	<b>38,26</b>	<b>32</b>	<b>6,43</b>	<b>0,39</b>	<b>Negativo</b>
	<b>20</b>	<b>10,50</b>	<b>38,76</b>	<b>33,6</b>	<b>6,42</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>21</b>	<b>10,20</b>	<b>36,40</b>	<b>32,8</b>	<b>6,44</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>21</b>	<b>10,80</b>	<b>37,43</b>	<b>33,6</b>	<b>6,43</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>22</b>	<b>10,75</b>	<b>37,35</b>	<b>34,49</b>	<b>6,44</b>	<b>0,47</b>	<b>Negativo</b>
	<b>23</b>	<b>10,70</b>	<b>36,99</b>	<b>34,12</b>	<b>6,42</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>23</b>	<b>10,65</b>	<b>36,93</b>	<b>33,09</b>	<b>6,4</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>25</b>	<b>10,60</b>	<b>37,47</b>	<b>32,44</b>	<b>6,56</b>	<b>0,39</b>	<b>Negativo</b>
	<b>25</b>	<b>10,40</b>	<b>37,28</b>	<b>33,94</b>	<b>6,38</b>	<b>0,46</b>	<b>Negativo</b>
	<b>25</b>	<b>11,40</b>	<b>38,03</b>	<b>34,48</b>	<b>6,47</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>26</b>	<b>10,70</b>	<b>38,26</b>	<b>34,64</b>	<b>6,5</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
	<b>27</b>	<b>10,20</b>	<b>39,04</b>	<b>34,14</b>	<b>6,4</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
<b>28</b>	<b>10,20</b>	<b>38,59</b>	<b>33,78</b>	<b>6,39</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>	
<b>28</b>	<b>11,40</b>	<b>38,03</b>	<b>34,48</b>	<b>6,47</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>	
<b>Mar-17</b>	<b>1</b>	<b>10,70</b>	<b>38,26</b>	<b>34,64</b>	<b>6,5</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
	<b>1</b>	<b>10,20</b>	<b>39,04</b>	<b>34,14</b>	<b>6,4</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>1</b>	<b>10,20</b>	<b>38,59</b>	<b>33,78</b>	<b>6,39</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>3</b>	<b>10,40</b>	<b>36,88</b>	<b>33,29</b>	<b>6,47</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
	<b>3</b>	<b>10,50</b>	<b>38,41</b>	<b>32,6</b>	<b>6,44</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>

«continuación»

<b>Mar-17</b>	<b>3</b>	<b>10,40</b>	<b>38,33</b>	<b>32,46</b>	<b>6,46</b>	<b>0,39</b>	<b>Negativo</b>
	<b>4</b>	<b>10,70</b>	<b>38,24</b>	<b>34,44</b>	<b>6,36</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>4</b>	<b>10,40</b>	<b>39,75</b>	<b>33,14</b>	<b>6,37</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
	<b>6</b>	<b>10,60</b>	<b>37,49</b>	<b>34</b>	<b>6,4</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>6</b>	<b>10,35</b>	<b>39,43</b>	<b>34,6</b>	<b>6,39</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>6</b>	<b>10,40</b>	<b>38,33</b>	<b>33,71</b>	<b>6,45</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>7</b>	<b>10,60</b>	<b>37,40</b>	<b>33,9</b>	<b>6,41</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>8</b>	<b>10,80</b>	<b>37,67</b>	<b>33,62</b>	<b>6,4</b>	<b>0,33</b>	<b>Negativo</b>
	<b>11</b>	<b>10,35</b>	<b>37,48</b>	<b>34,22</b>	<b>6,46</b>	<b>0,48</b>	<b>Negativo</b>
	<b>11</b>	<b>11,12</b>	<b>36,87</b>	<b>33,26</b>	<b>6,42</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
	<b>11</b>	<b>11,44</b>	<b>37,78</b>	<b>33,9</b>	<b>6,48</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>12</b>	<b>11,90</b>	<b>38,86</b>	<b>35,54</b>	<b>6,41</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>13</b>	<b>11,88</b>	<b>37,40</b>	<b>33,64</b>	<b>6,44</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>14</b>	<b>11,46</b>	<b>37,73</b>	<b>34,1</b>	<b>6,43</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>14</b>	<b>10,95</b>	<b>37,55</b>	<b>34,26</b>	<b>6,42</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>14</b>	<b>10,33</b>	<b>35,19</b>	<b>31,96</b>	<b>6,47</b>	<b>0,4</b>	<b>Negativo</b>
	<b>16</b>	<b>10,78</b>	<b>35,93</b>	<b>32,22</b>	<b>6,41</b>	<b>0,4</b>	<b>Negativo</b>
	<b>16</b>	<b>10,59</b>	<b>35,97</b>	<b>32,53</b>	<b>6,4</b>	<b>0,4</b>	<b>Negativo</b>
	<b>17</b>	<b>11,35</b>	<b>37,99</b>	<b>34,36</b>	<b>6,31</b>	<b>0,49</b>	<b>Negativo</b>
	<b>17</b>	<b>11,39</b>	<b>37,99</b>	<b>34,32</b>	<b>6,26</b>	<b>0,5</b>	<b>Negativo</b>
	<b>17</b>	<b>11,13</b>	<b>37,69</b>	<b>34,47</b>	<b>6,38</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>18</b>	<b>10,71</b>	<b>37,38</b>	<b>34,11</b>	<b>6,43</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>18</b>	<b>10,95</b>	<b>36,77</b>	<b>30,3</b>	<b>6,43</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>19</b>	<b>10,69</b>	<b>36,93</b>	<b>34,34</b>	<b>6,4</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
<b>19</b>	<b>11,38</b>	<b>37,91</b>	<b>34,17</b>	<b>6,45</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>	
<b>19</b>	<b>11,35</b>	<b>37,91</b>	<b>34,33</b>	<b>6,45</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>	
<b>20</b>	<b>10,86</b>	<b>37,00</b>	<b>33,24</b>	<b>6,44</b>	<b>0,4</b>	<b>Negativo</b>	

«continuación»

<b>Mar-17</b>	<b>20</b>	<b>10,13</b>	<b>35,63</b>	<b>32,2</b>	<b>6,49</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>21</b>	<b>9,70</b>	<b>34,77</b>	<b>31,49</b>	<b>6,39</b>	<b>0,40</b>	<b>Negativo</b>
	<b>23</b>	<b>10,92</b>	<b>36,91</b>	<b>33,33</b>	<b>6,45</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>23</b>	<b>11,12</b>	<b>36,44</b>	<b>33,28</b>	<b>6,46</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>23</b>	<b>12,54</b>	<b>36,62</b>	<b>31,91</b>	<b>6,43</b>	<b>0,4</b>	<b>Negativo</b>
	<b>24</b>	<b>10,98</b>	<b>36,93</b>	<b>33,69</b>	<b>6,56</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>24</b>	<b>11,21</b>	<b>36,79</b>	<b>33,59</b>	<b>6,58</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>24</b>	<b>12,00</b>	<b>37,15</b>	<b>33,13</b>	<b>6,55</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>25</b>	<b>10,96</b>	<b>37,62</b>	<b>34,3</b>	<b>6,44</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>26</b>	<b>10,69</b>	<b>36,56</b>	<b>33,9</b>	<b>6,47</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>27</b>	<b>10,83</b>	<b>36,03</b>	<b>32,98</b>	<b>6,47</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>29</b>	<b>10,89</b>	<b>36,84</b>	<b>33,9</b>	<b>6,42</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>30</b>	<b>10,38</b>	<b>35,04</b>	<b>31,32</b>	<b>6,43</b>	<b>0,38</b>	<b>Negativo</b>
	<b>31</b>	<b>10,70</b>	<b>37,20</b>	<b>33,76</b>	<b>6,45</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>31</b>	<b>11,18</b>	<b>37,17</b>	<b>34,16</b>	<b>6,48</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>Abr-17</b>	<b>20</b>	<b>10,13</b>	<b>35,63</b>	<b>32,2</b>	<b>6,49</b>	<b>0,42</b>
<b>21</b>		<b>9,70</b>	<b>34,77</b>	<b>31,49</b>	<b>6,39</b>	<b>0,40</b>	<b>Negativo</b>
<b>1</b>		<b>10,89</b>	<b>37,10</b>	<b>33,48</b>	<b>6,54</b>	<b>0,38</b>	<b>Negativo</b>
<b>3</b>		<b>10,91</b>	<b>37,53</b>	<b>34,3</b>	<b>6,41</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
<b>3</b>		<b>11,10</b>	<b>37,12</b>	<b>33,56</b>	<b>6,44</b>	<b>0,4</b>	<b>Negativo</b>
<b>4</b>		<b>10,61</b>	<b>36,07</b>	<b>32,5</b>	<b>6,48</b>	<b>0,39</b>	<b>Negativo</b>
<b>5</b>		<b>12,17</b>	<b>38,25</b>	<b>33,86</b>	<b>6,40</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
<b>6</b>		<b>10,81</b>	<b>37,28</b>	<b>34,04</b>	<b>6,40</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
<b>7</b>		<b>10,91</b>	<b>37,63</b>	<b>34,2</b>	<b>6,52</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
<b>9</b>		<b>10,67</b>	<b>37,08</b>	<b>33,8</b>	<b>6,43</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
<b>10</b>		<b>11,17</b>	<b>38,31</b>	<b>34,83</b>	<b>6,40</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
<b>10</b>		<b>11,06</b>	<b>37,28</b>	<b>33,38</b>	<b>6,39</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
<b>11</b>		<b>10,73</b>	<b>37,46</b>	<b>33,94</b>	<b>6,44</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
<b>11</b>	<b>10,73</b>	<b>37,28</b>	<b>33,8</b>	<b>6,46</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>	
<b>13</b>	<b>11,46</b>	<b>37,22</b>	<b>33,2</b>	<b>6,46</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>	

«continuación»

Abr-17	13	11,02	37,28	33,26	6,44	0,4	Negativo
	15	11,35	38,65	34,1	6,45	0,45	Negativo
	15	11,08	38,27	34,48	6,46	0,45	Negativo
	16	11,68	38,00	33,3	6,46	0,38	Negativo
	16	11,52	37,74	33,4	6,46	0,39	Negativo
	17	10,91	37,06	33,06	6,43	0,43	Negativo
	17	10,62	36,93	33,19	6,41	0,4	Negativo
	18	11,15	38,09	34,15	6,40	0,43	Negativo
	18	10,12	35,92	32,3	6,48	0,39	Negativo
	18	11,05	37,56	33,5	6,46	0,44	Negativo
	19	10,50	37,11	33,8	6,46	0,44	Negativo
	21	11,34	38,01	33,64	6,43	0,42	Negativo
	22	10,19	36,18	32,51	6,45	0,40	Negativo
	22	10,73	36,09	31,93	6,42	0,39	Negativo
	22	11,02	37,50	33,6	6,54	0,44	Negativo
	23	10,60	36,24	32,1	6,47	0,42	Negativo
	23	10,81	37,71	33,9	6,43	0,47	Negativo
	23	10,86	37,81	33,9	6,43	0,47	Negativo
	25	12,39	37,97	33,22	6,45	0,42	Negativo
	25	11,05	38,22	34,4	6,46	0,46	Negativo
	25	11,85	38,70	34,3	6,45	0,45	Negativo
	26	10,30	36,46	32,7	6,52	0,44	Negativo
	27	11,16	37,83	33,7	6,48	0,48	Negativo
	27	10,79	37,15	32,8	6,51	0,40	Negativo
	27	10,47	36,54	32,5	6,52	0,41	Negativo
	28	11,41	38,55	34,2	6,44	0,48	Negativo
	28	11,67	39,87	36,1	6,44	0,46	Negativo
	29	10,95	37,71	33,6	6,46	0,43	Negativo
	29	11,57	39,11	35,35	6,44	0,44	Negativo
	30	11,09	38,17	34,71	6,43	0,44	Negativo

«continuación»

	<b>30</b>	<b>10,85</b>	<b>37,15</b>	<b>33,31</b>	<b>6,39</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
<b>May-17</b>	<b>2</b>	<b>11,04</b>	<b>37,50</b>	<b>33,94</b>	<b>6,45</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>2</b>	<b>10,85</b>	<b>37,49</b>	<b>33,71</b>	<b>6,45</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>2</b>	<b>11,04</b>	<b>37,55</b>	<b>34,07</b>	<b>6,44</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>2</b>	<b>10,31</b>	<b>36,25</b>	<b>32,76</b>	<b>6,46</b>	<b>0,4</b>	<b>Negativo</b>
	<b>4</b>	<b>11,15</b>	<b>37,93</b>	<b>34,22</b>	<b>6,44</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>5</b>	<b>11,47</b>	<b>38,01</b>	<b>34,06</b>	<b>6,43</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>5</b>	<b>9,46</b>	<b>33,11</b>	<b>29,56</b>	<b>6,54</b>	<b>0,38</b>	<b>Negativo</b>
	<b>6</b>	<b>10,99</b>	<b>37,62</b>	<b>34,26</b>	<b>6,47</b>	<b>0,4</b>	<b>Negativo</b>
	<b>6</b>	<b>11,10</b>	<b>37,52</b>	<b>33,76</b>	<b>6,44</b>	<b>0,4</b>	<b>Negativo</b>
	<b>7</b>	<b>12,01</b>	<b>38,89</b>	<b>34,52</b>	<b>6,35</b>	<b>0,48</b>	<b>Negativo</b>
	<b>8</b>	<b>10,94</b>	<b>37,98</b>	<b>34,29</b>	<b>6,42</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>9</b>	<b>10,96</b>	<b>36,34</b>	<b>32,9</b>	<b>6,44</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>9</b>	<b>11,52</b>	<b>38,40</b>	<b>34,13</b>	<b>6,4</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>10</b>	<b>11,16</b>	<b>38,07</b>	<b>34,31</b>	<b>6,45</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>10</b>	<b>12,05</b>	<b>38,76</b>	<b>34,42</b>	<b>6,42</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>12</b>	<b>10,92</b>	<b>37,65</b>	<b>34,1</b>	<b>6,49</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>13</b>	<b>10,83</b>	<b>37,61</b>	<b>34,08</b>	<b>6,5</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>14</b>	<b>10,64</b>	<b>36,82</b>	<b>32,85</b>	<b>6,45</b>	<b>0,42</b>	<b>Negativo</b>
	<b>15</b>	<b>11,33</b>	<b>38,72</b>	<b>36,08</b>	<b>6,4</b>	<b>0,47</b>	<b>Negativo</b>
	<b>16</b>	<b>10,36</b>	<b>35,66</b>	<b>31,61</b>	<b>6,5</b>	<b>0,4</b>	<b>Negativo</b>
	<b>16</b>	<b>11,38</b>	<b>37,34</b>	<b>32,82</b>	<b>6,44</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
	<b>17</b>	<b>10,71</b>	<b>37,58</b>	<b>33,82</b>	<b>6,43</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>
	<b>19</b>	<b>10,72</b>	<b>37,10</b>	<b>33,4</b>	<b>6,55</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>
	<b>20</b>	<b>10,81</b>	<b>37,62</b>	<b>33,9</b>	<b>6,45</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>
	<b>20</b>	<b>10,39</b>	<b>37,41</b>	<b>34</b>	<b>6,45</b>	<b>0,46</b>	<b>Negativo</b>
	<b>21</b>	<b>10,13</b>	<b>36,51</b>	<b>32,46</b>	<b>6,46</b>	<b>0,4</b>	<b>Negativo</b>
<b>23</b>	<b>10,92</b>	<b>37,65</b>	<b>33,59</b>	<b>6,44</b>	<b>0,44</b>	<b>Negativo</b>	
<b>23</b>	<b>11,08</b>	<b>37,75</b>	<b>33,39</b>	<b>6,43</b>	<b>0,43</b>	<b>Negativo</b>	
<b>24</b>	<b>10,46</b>	<b>37,69</b>	<b>34,07</b>	<b>6,47</b>	<b>0,41</b>	<b>Negativo</b>	

«continuación»

	<b>25</b>	<b>11,05</b>	<b>38,33</b>	<b>34,4</b>	<b>6,39</b>	<b>0,45</b>	<b>Negativo</b>
	<b>25</b>	<b>10,56</b>	<b>37,60</b>	<b>33,76</b>	<b>6,42</b>	<b>0,46</b>	<b>Negativo</b>
	<b>25</b>	<b>10,47</b>	<b>36,93</b>	<b>33,03</b>	<b>6,49</b>	<b>0,38</b>	<b>Negativo</b>
	<b>25</b>	<b>10,09</b>	<b>35,14</b>	<b>30,84</b>	<b>6,49</b>	<b>0,40</b>	<b>Negativo</b>
<b>Valor más repetido</b>		<b>10,20</b>	<b>37,28</b>	<b>33,20</b>	<b>6,40</b>	<b>0,43</b>	<b>-</b>
<b>Valor mínimo</b>		<b>9,09</b>	<b>33,11</b>	<b>29,56</b>	<b>6,26</b>	<b>0,33</b>	<b>-</b>
<b>Valor máximo</b>		<b>12,54</b>	<b>42,67</b>	<b>38,10</b>	<b>6,58</b>	<b>0,51</b>	<b>-</b>

**ANEXO 2: PORCENTAJE DE GRASA, SÓLIDOS TOTALES, °BRIX, pH, ACIDEZ Y RESULTADO DE CAPILARIDAD DE LA LECHE CONCENTRADA EN EL PERIODO DE VALIDACIÓN (JUNIO 2017 – AGOSTO 2017)**

	FECHA	GRASA (%)	SÓLIDOS TOTALES (%)	°Brix	pH	ACIDEZ	CAPILARIDAD 5'
<b>Jun-17</b>	1	10,31	36,30	32	6,4	0,42	Negativo
	1	10,68	36,72	32	6,41	0,4	Negativo
	3	10,75	37,71	33,5	6,4	0,43	Negativo
	3	11,12	38,96	33	6,4	0,45	Negativo
	3	11,08	37,41	33,5	6,48	0,41	Negativo
	3	11,00	37,44	33	6,48	0,42	Negativo
	5	10,16	38,15	33	6,44	0,42	Negativo
	5	10,84	38,09	33	6,43	0,43	Negativo
	6	10,61	37,63	33,5	6,41	0,43	Negativo
	7	10,00	36,90	33	6,45	0,46	Negativo
	8	10,76	36,94	33	6,42	0,44	Negativo
	9	11,82	37,60	34	6,42	0,43	Negativo
	9	12,37	38,25	33,5	6,4	0,44	Negativo
	11	11,01	37,44	33,5	6,4	0,45	Negativo
	12	10,48	36,32	33	6,42	0,45	Negativo
	12	10,11	36,16	33	6,37	0,45	Negativo
	14	10,55	35,96	32,5	6,38	0,41	Negativo
	14	10,21	35,59	32,5	6,41	0,4	Negativo
	14	10,81	36,66	33	6,37	0,52	Negativo
	15	10,99	37,53	34,5	6,33	0,45	Negativo

«continuación»

	<b>16</b>	10,63	37,18	33,5	6,36	0,45	Negativo
	<b>17</b>	11,08	37,42	33,5	6,3	0,47	Negativo
	<b>20</b>	10,68	37,42	33	6,45	0,43	Negativo
	<b>21</b>	10,30	35,88	32	6,44	0,4	Negativo
	<b>22</b>	10,36	36,07	33	6,33	0,45	Negativo
	<b>23</b>	11,20	37,50	34	6,34	0,45	Negativo
	<b>24</b>	10,86	37,24	33	6,29	0,46	Negativo
	<b>24</b>	10,44	36,30	33	6,38	0,41	Negativo
	<b>25</b>	10,67	37,16	33,5	6,36	0,43	Negativo
	<b>25</b>	11,10	37,21	33,5	6,35	0,43	Negativo
	<b>26</b>	11,07	37,45	33,5	6,4	0,43	Negativo
	<b>27</b>	10,53	36,30	33	6,35	0,45	Negativo
	<b>27</b>	10,64	36,47	32,5	6,38	0,43	Negativo
	<b>28</b>	10,66	37,19	33,5	6,38	0,44	Negativo
	<b>28</b>	10,48	36,61	32,5	6,38	0,45	Negativo
	<b>28</b>	10,47	36,14	32,5	6,34	0,44	Negativo
<b>Jul-17</b>	<b>1</b>	11,12	37,23	33,66	6,41	0,44	Negativo
	<b>1</b>	11,19	37,43	33,94	6,42	0,44	Negativo
	<b>2</b>	10,77	37,25	33,64	6,44	0,46	Negativo
	<b>3</b>	10,64	36,95	33,8	6,45	0,45	Negativo
	<b>4</b>	10,55	36,89	33,54	6,39	0,46	Negativo
	<b>6</b>	10,60	38,67	33,91	6,51	0,44	Negativo
	<b>6</b>	11,30	38,42	34,29	6,47	0,43	Negativo

«continuación»

	<b>6</b>	10,50	36,50	32,01	6,44	0,4	Negativo
	<b>8</b>	10,50	37,41	32,81	6,41	0,43	Negativo
	<b>9</b>	10,65	36,37	33,26	6,38	0,44	Negativo
	<b>11</b>	11,10	39,03	36,11	6,41	0,44	Negativo
	<b>15</b>	9,35	36,58	31,8	6,53	0,41	Negativo
	<b>17</b>	10,30	41,08	37,16	6,49	0,45	Negativo
	<b>18</b>	11,00	36,55	32,9	6,51	0,43	Negativo
	<b>22</b>	10,00	36,27	32,61	6,46	0,4	Negativo
	<b>24</b>	10,05	36,20	33,12	6,45	0,41	Negativo
	<b>29</b>	9,60	36,22	32,5	6,43	0,42	Negativo
	<b>29</b>	10,30	36,56	33,2	6,45	0,41	Negativo
	<b>29</b>	10,30	37,93	32,9	6,46	0,41	Negativo
	<b>29</b>	10,30	37,01	33,2	6,45	0,4	Negativo
	<b>30</b>	10,30	37,19	33,2	6,46	0,41	Negativo
	<b>30</b>	10,10	37,90	33,35	6,48	0,45	Negativo
	<b>30</b>	10,25	37,10	33,44	6,5	0,43	Negativo
	<b>30</b>	10,20	37,88	33,45	6,45	0,38	Negativo
<b>Ago-17</b>	<b>1</b>	10,10	36,67	31,91	6,47	0,44	Negativo
	<b>2</b>	9,70	37,14	31,87	6,51	0,4	Negativo
	<b>3</b>	11,00	36,71	31,6	6,46	0,41	Negativo
	<b>6</b>	10,25	37,02	32,12	6,44	0,41	Negativo
	<b>6</b>	11,50	37,21	33,71	6,39	0,42	Negativo
	<b>6</b>	10,50	37,20	32,41	6,4	0,43	Negativo

«continuación»

<b>7</b>	9,90	36,90	32,48	6,46	0,44	Negativo
<b>10</b>	11,21	37,18	32,9	6,5	0,43	Negativo
<b>10</b>	10,40	36,96	32,87	6,44	0,4	Negativo
<b>10</b>	11,07	36,47	32,83	6,48	0,39	Negativo
<b>10</b>	10,67	36,83	32,53	6,5	0,41	Negativo
<b>11</b>	10,75	36,26	32,27	6,5	0,38	Negativo
<b>11</b>	10,34	36,14	33,15	6,55	0,38	Negativo
<b>12</b>	10,80	36,37	33,2	6,43	0,41	Negativo
<b>13</b>	10,28	36,48	32,5	6,44	0,41	Negativo
<b>14</b>	10,54	37,42	32,1	6,5	0,42	Negativo
<b>15</b>	10,54	36,29	32,1	6,5	0,42	Negativo
<b>17</b>	10,88	36,91	34,1	6,55	0,42	Negativo
<b>18</b>	11,62	36,64	32,93	6,48	0,43	Negativo
<b>18</b>	11,07	36,70	32,19	6,47	0,41	Negativo
<b>20</b>	10,58	36,64	32,71	6,46	0,4	Negativo
<b>20</b>	11,35	36,82	32,74	6,46	0,44	Negativo
<b>21</b>	10,74	36,00	32,19	6,41	0,41	Negativo
<b>21</b>	12,38	40,32	36,43	6,36	0,47	Negativo
<b>22</b>	10,95	36,86	32,74	6,43	0,45	Negativo
<b>23</b>	10,97	36,33	32,36	6,38	0,41	Negativo
<b>25</b>	11,04	36,76	32,73	6,45	0,43	Negativo
<b>25</b>	11,18	37,58	33,37	6,44	0,41	Negativo
<b>26</b>	10,75	36,85	33,04	6,52	0,41	Negativo

«continuación»

	<b>27</b>	10,40	36,29	32,51	6,5	0,4	Negativo
	<b>27</b>	10,81	36,97	32,97	6,44	0,42	Negativo
<b>Valor más repetido</b>		10,30	36,30	33,00	6,44	0,41	
<b>Valor mínimo</b>		9,35	35,59	31,60	6,29	0,38	
<b>Valor máximo</b>		12,38	41,08	37,16	6,55	0,52	