



**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**  
**Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y**  
**Ambiental**

**Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica**

**Calidad de leche cruda y su importancia en el valor de pago en un establo**  
**intensivo del Valle de Huaura - Sayán**

**Tesis**

**Para optar el Título de Ingeniero Zootecnista**

**Autora**

**Giovanna Verónica Cosme Astete**

**Asesor**

**Ing. Rufino Máximo Maguiña Maza**

**Huacho - Perú**

**2024**



**Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Reconocimiento:** Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**LICENCIADA**

*(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)*

**Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y  
Ambiental**

**Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica**

**INFORMACIÓN**

<b>DATOS DEL AUTOR (ES):</b>		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>DNI</b>	<b>FECHA DE SUSTENTACIÓN</b>
Cosme Astete Giovanna Veronica	10200132	14/09/2022
<b>DATOS DEL ASESOR:</b>		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>DNI</b>	<b>CÓDIGO ORCID</b>
M (o) Maguiña Maza Rufino Maximo	15733560	0000-0001-7795-5727
<b>DATOS DE LOS MIEMROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA- DOCTORADO:</b>		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>DNI</b>	<b>CODIGO ORCID</b>
Dr. Airahuacho Bautista Felix Esteban	40769786	0000-0001-7484-0449
Dra. Alfaro Cruz Sarela Carmela	08488439	0000-0001-7383-8056
M (o) Vega Ventocilla Gladys	23014434	0000-0002-5009-2607

## Calidad de leche y pago

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>18%</b>	<b>16%</b>	<b>6%</b>	<b>7%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>www.uv.mx</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>2</b>	Valente Velázquez-Ordoñez, Benjamín Valladares-Carranza, Esvieta Tenorio-Borroto, Martín Talavera-Rojas et al. "Chapter 11 Microbial Contamination in Milk Quality and Health Risk of the Consumers of Raw Milk and Dairy Products", IntechOpen, 2019 Publicación	<b>&lt;1%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.ucss.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.usanpedro.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>www.elperulegal.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>zagan.unizar.es</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>renati.sunedu.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

## **DEDICATORIA**

A Dios por guiarme en cada paso que doy, por darme la fortaleza necesaria para poder culminar esta etapa tan importante.

A mis padres, por brindarme su amor, comprensión y consejos para ser una mejor persona, ustedes son mi motor y motivo.

*Giovanna Verónica Cosme Astete*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por guiarme y permitir que culmine esta etapa de mi formación profesional.

A mis padres, pilares fundamentales en mi vida, gracias por apoyarme durante mi formación profesional

A mi asesor de tesis, por su apoyo, asesoramiento y amistad.

Al establo lechero, por la disponibilidad en compartir la información necesaria para la realización de esta investigación.

A todos aquellos que me acompañaron en esta etapa de mi vida, aportando a mi formación tanto profesional, como persona.

*Giovanna Verónica Cosme Astete*

# ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b>	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>x</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>xi</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>13</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>13</b>
<b>1.1 Descripción de la realidad problemática</b>	<b>13</b>
<b>1.2 Formulación del problema</b>	<b>14</b>
<b>1.2.1 Problema general</b>	<b>14</b>
<b>1.2.2 Problemas específicos</b>	<b>14</b>
<b>1.3 Objetivos de la investigación</b>	<b>14</b>
<b>1.3.1 Objetivo general</b>	<b>14</b>
<b>1.3.2 Objetivos específicos</b>	<b>14</b>
<b>1.4 Justificación de la investigación</b>	<b>15</b>
<b>1.5 Delimitaciones del estudio</b>	<b>15</b>
<b>1.6 Viabilidad del estudio</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>17</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>17</b>
<b>2.1 Antecedentes de la investigación</b>	<b>17</b>
<b>2.1.1 Investigaciones internacionales</b>	<b>17</b>
<b>2.1.2 Investigaciones nacionales</b>	<b>19</b>
<b>2.2 Bases teóricas</b>	<b>20</b>
<b>2.3 Definición de términos básicos</b>	<b>36</b>
<b>2.4 Hipótesis de investigación</b>	<b>37</b>
<b>2.4.1 Hipótesis general</b>	<b>37</b>
<b>2.4.2 Hipótesis específicas</b>	<b>37</b>
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>39</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>39</b>
<b>3.1 Diseño metodológico</b>	<b>39</b>
<b>3.1.1 Ubicación</b>	<b>39</b>

3.1.2 Materiales e insumos	39
3.1.3 Diseño experimental	40
3.1.4 Tratamientos	40
3.1.5 Variables evaluadas	40
3.2 Población y muestra	42
3.2.1 Población	42
3.2.2 Muestra	42
3.3 Técnicas de recolección de datos	42
3.4 Técnicas para el procesamiento de la información	43
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>44</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>44</b>
<b>CAPÍTULO V</b>	<b>52</b>
<b>DISCUSIÓN</b>	<b>52</b>
<b>CAPÍTULO VI</b>	<b>59</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>59</b>
6.1 Conclusiones	59
6.2 Recomendaciones	59
<b>REFERENCIAS</b>	<b>61</b>
7.1 Fuentes documentales	61
7.2 Fuentes bibliográficas	62
7.3 Fuentes hemerográficas	63
7.4 Fuentes electrónicas	67
<b>ANEXOS</b>	<b>69</b>



## RESUMEN

En el Perú, el precio por kg de leche cruda es establecido por la industria, la cual aplica bonificaciones y descuentos a un precio base, según criterios de calidad composicional e higiénica, siendo necesario cuantificar su impacto sobre los valores de pago, para establecer prácticas de mejora que permitan incrementar la rentabilidad de los ganaderos. **Objetivo:** Analizar la relación de la calidad de leche con el valor de pago por kg de leche cruda en un establo intensivo del Valle de Huaura-Sayán. **Metodología:** el tipo de investigación fue no experimental, bajo un diseño longitudinal de tipo tendencia y correlacional. Se recolectó información sobre porcentaje de sólidos totales (%ST), recuento de aerobios mesófilos (UFC/ml) y valor de pago en S/. por kg de leche (VP) en S/. a partir de reportes quincenales de un establo lechero, durante cuatro años (2017-2020). Los datos fueron analizados utilizando el paquete estadístico SAS vs 9.4, mediante gráficas de tendencia, estadística descriptiva y análisis de correlación de Spearman. **Resultados:** Los valores de %ST y UFC/ml variaron durante los años de estudio, se obtuvo una tendencia positiva para el %ST, con un valor de 12.02% en el 2017 y 12.21% en el 2020, para las UFC/ml, la tendencia fue negativa con un valor de 32690 en el 2017 y 18117 en el 2020. El VP tuvo una tendencia similar al %ST, con un valor de S/1.39 en el 2017 y S/1.41 en el 2020, además se observó un comportamiento estacional para el %ST y VP, con caídas en la época de verano y en algunos meses de invierno. La correlación obtenida para VP con %ST y UFC/ml fue de 0.88 ( $p < 0.05$ ) y -0.21 ( $p > 0.05$ ), respectivamente. **Conclusión:** El establo debe considerar la correlación positiva y estacionalidad del %ST y VP, para lograr mejores precios durante todo el año. El conteo de UFC/ml no tuvo impacto sobre el VP en el establo, porque se mantuvo constante la bonificación en función de este criterio.

Palabras clave: Bonificaciones, calidad de leche, industria láctea, sólidos totales, recuento bacteriano

## ABSTRACT

In Peru, the price per kg of raw milk is established by the industry, which applies bonuses and discounts at a base price, according to compositional and hygienic quality criteria, being necessary to quantify its impact on payment values, to establish practices improvement that allows increasing the profitability of farmers. **Objective:** To analyze the relationship of milk quality with the payment value per kg of raw milk in a stable in the Huaura-Sayán Valley. **Methodology:** the type of research was non-experimental, under a longitudinal trend and correlational design. Information was collected on the percentage of total solids (%TS), the mesophilic aerobic count (CFU/ml), and the payment value in S/. per kg of milk (PV) based on biweekly reports from a dairy barn, for four years (2017-2020). The data were analyzed using the statistical package SAS vs 9.4, using trend graphs, descriptive statistics, and Spearman's correlation analysis. **Results:** The values of %TS and CFU/ml varied during the study years, a positive trend was obtained for %TS, with a value of 12.02% in 2017 and 12.21% in 2020, for CFU/ml, the trend was negative with a value of 32,690 in 2017 and 18,117 in 2020. The PV had a similar trend to %TS, with a value of S/ 1.39 in 2017 and S/ 1.41 in 2020, in addition, a seasonal behavior for %TS and PV, with falls in the summer season and in some winter months. The correlation obtained for PV with %TS and CFU/ml were 0.88 ( $p < 0.05$ ) and -0.21 ( $p > 0.05$ ), respectively. **Conclusion:** The stable must consider the positive correlation and seasonality of %TS and PV, to achieve better prices throughout the year. The CFU / ml content had no impact on the PV in the barn, because the bonus was kept constant based on this criterion.

Keywords: Bacterial count, bonuses, dairy industry, total solids, milk quality

## INTRODUCCIÓN

La leche es el producto normal de secreción de la glándula mamaria de los mamíferos y es el alimento de mayor valor nutritivo, ya que contiene una serie de nutrientes como la grasa, proteína, lactosa, minerales y vitaminas; es decir, es un alimento insustituible y único, por proveer sustancias primordiales para la vida (Hazard & Christen, 2006). La leche juega un papel fundamental en la alimentación de las personas y, por lo tanto, su inocuidad es importante en la salud del consumidor final (Broussett, Torres, Chambi, Mamani & Gutiérrez, 2015).

Para la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura [FAO] & la Federación Internacional de la Leche [FIL] (2012), la leche segura y de calidad es producida por animales sanos, utilizando prácticas de gestión sostenibles desde una perspectiva de bienestar animal, social, económica y medioambiental. Por ello, es importante que los productores, tomen conciencia que están produciendo un alimento destinado al consumo humano y deben estar seguros de la calidad y salubridad de la leche que producen.

Mata et al. (2015) señalan que, las exigencias del mercado, comercialización de leche y subproductos, conllevan al cumplimiento de requisitos de calidad que son evaluadas por las industrias. Según el Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI, 2017a] en nuestro país, la leche producida es destinada en su mayoría a plantas industriales (mayor escala) y producción artesanal, comercio local, zonal y autoconsumo (menor escala). Por lo tanto, la leche de calidad permite acceder al mercado a mejores precios y, en el caso de los procesadores, a la elaboración de productos derivados ya que al momento de procesar la leche debe poseer cualidades óptimas.

La calidad de la leche se puede evaluar en cuanto a su composición y a la calidad higiénico-sanitario. La calidad composicional o nutricional, se mide en función al contenido de sólidos totales, grasa y proteína, los cuales determinan su valor nutricional y su calidad para la elaboración de derivados lácteos. Por otro lado, la calidad higiénica se refiere al

contenido de bacterias en la leche, que pueden afectar la duración de los productos. (Martínez y Gómez, 2013).

Varios estudios han analizado la calidad composicional, microbiológica y sanitaria de la leche, así como los factores que influyen en estos. Sin embargo, pocos estudios han cuantificado la relación que existe entre los parámetros de calidad de la leche y su respectivo valor de pago. Engler y Nahuelhual (2003) indican que, la industria lechera establece un precio base por kg de leche, sobre el cual se aplican diversas bonificaciones y castigos, de acuerdo a las características del producto entregado, entre ellos la calidad higiénica y sanitaria, la composición nutricional y el volumen entregado.

En el Perú, la industria láctea define el precio en base a las características de composición y calidad higiénica de la leche. Por ello, para incrementar la rentabilidad de la ganadería lechera, el primer eje estratégico a tener en cuenta es el precio pagado al productor de leche cruda, en el cual se debe incidir positivamente en la calidad de la leche. Por lo tanto, se plantea como objetivo de esta investigación, analizar la relación de la calidad de leche con el valor de pago por kg de leche cruda en un establo intensivo del Valle de Huaura-Sayán.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción de la realidad problemática

El MINAGRI (2017b) señala que existe una mala calidad física, química y microbiológica de la leche en nuestro país, debido a problemas como: presencia de leche sucia, acidificación de la leche por exposición al sol, adulteración de la leche con agua, presencia de residuos de medicamentos, envases inadecuados para el ordeño (baldes de plástico, ollas de aluminio y barro, entre otros); los productores no tienen conocimiento de sus costos de producción y los acopiadores controlan el precio.

Para la industria lechera, la importación de leche se debe a una mala calidad del producto fresco, lo cual es resultado de la situación actual de los productores, donde sólo el 0.28% cuenta con salas de ordeño, el 6.2% y 10.9% realiza mejoramiento genético y vacunación, respectivamente. (Bernaola, Chávez, Flores & Martínez, 2019).

Estos problemas limitan la competitividad de la ganadería lechera, ya que afectan negativamente en el precio pagado al productor, el cual depende de la estructura del mercado donde se transa la leche cruda, a la existencia de barreras para ingresar a dicho mercado y a la calidad de leche cruda. Por ejemplo, la industria Gloria S.A., utiliza un programa de pago que considera criterios como la cantidad de sólidos totales, aerobios mesófilos (en unidades formadoras de colonias, UFC/ml), entre otros; para determinar bonificaciones o castigos que afecta de forma positiva o negativa sobre el precio base pagado a los productores de leche cruda (MINAGRI, 2017a). Estos programas de pago por la calidad de la leche son diseñados para para motivar a los ganaderos a mejorar la calidad de la leche cruda que producen.

El Valle Huaura es una zona ganadera donde la producción de leche es una de las actividades más importantes, desarrolladas por pequeños productores y medianas empresas. Es necesario analizar la estructura del programa de pagos considerados por la industria y su relación con el valor de pago total por kg de leche cruda, ya que las practicas que adopten los productores, deben buscar la mejora de la leche cruda. Por lo tanto, bajo este contexto, resulta interesante realizar un trabajo de investigación que analice la

relación que existe entre los parámetros de calidad y el valor de pago por kg de leche cruda en un establo intensivo del Valle de Huaura-Sayán, durante el período 2017-2020.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿En qué medida la calidad de la leche está relacionada con el valor de pago por kg de leche cruda en un establo intensivo del Valle de Huaura-Sayán?

### **1.2.2 Problemas específicos**

1. ¿En qué medida la calidad composicional de la leche, expresada en % de sólidos totales, está relacionada con el valor de pago por kg de leche cruda en un establo intensivo del Valle de Huaura-Sayán?

2. ¿En qué medida la calidad higiénica de la leche, expresada con el recuento de aerobios mesófilos (UFC/ml) está relacionada con el valor de pago por kg de leche cruda en un establo intensivo del Valle de Huaura-Sayán?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo general**

Analizar la relación de la calidad de leche con el valor de pago por kg de leche cruda en un establo intensivo del Valle de Huaura-Sayán.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Analizar la relación de la calidad composicional de la leche, expresada en % de sólidos totales, con el valor de pago por kg de leche cruda en un establo intensivo del Valle de Huaura-Sayán.

2. Analizar la relación de la calidad higiénica de la leche, expresada con el recuento de aerobios mesófilos (UFC/ml) con el valor de pago por kg de leche cruda en un establo intensivo del Valle de Huaura-Sayán.

## 1.4 Justificación de la investigación

La presente investigación se ha realizado para analizar el valor de pago y la calidad de la leche cruda en un establo intensivo del Valle de Huaura-Sayán. Desde el punto de vista teórico, se justifica porque permitió conocer las bases sobre la calidad de leche cruda y los factores que influyen sobre ella; además de los indicadores relacionados con el valor de pago por leche cruda.

Por otro lado, desde el punto de vista práctico permitió analizar la relación de la calidad de leche cruda con el valor de pago en un establo intensivo del Valle de Huaura-Sayán. Esta investigación se realizó con datos provenientes de un establo referente de la zona y teniendo niveles altos de producción de leche, que comercializa leche cruda a la empresa Gloria SA, además procesa y elabora derivados lácteos. De allí la importancia de analizar el valor de pago de la leche cruda en función de su calidad composicional, higiénica y sanitaria.

Debido a los escasos estudios sobre el valor de pago y calidad de leche bajo las condiciones del Valle de Huaura, se desarrolla este estudio, cuyos resultados pueden ser utilizados en la mejora de la gestión de la calidad de leche bajo las condiciones del establo evaluado. Es importante que se realicen investigaciones para conocer técnicas utilizadas en otras realidades y luego poder adaptarlas bajo las condiciones propias de cada productor, esto permitirá mejorar los pagos obtenidos por la leche, el cual es un punto crítico en la rentabilidad del productor. Por lo tanto, desde el punto de vista metodológico, esta investigación puede ser utilizada como guía para futuras investigaciones relacionadas al tema.

## 1.5 Delimitaciones del estudio

**Delimitación temporal:** Esta investigación se realizará con información proveniente del período comprendido entre el 2017-2020.

**Delimitación espacial:** El lugar donde se desarrollará la investigación corresponde al distrito de Végueta, provincia de Huaura, región Lima.

**Delimitación de la unidad de estudio:** Los datos serán recolectados de un establo lechero, el cual tiene un sistema de crianza intensivo.

**Delimitación conceptual:** Se abordará conceptos sobre el valor de pago por kg de leche cruda, así como características que determinan la calidad composicional, higiénica y sanitaria.

## **1.6 Viabilidad del estudio**

**Viabilidad técnica:** Se tendrán en cuenta los recursos provistos por el establo evaluado para el cumplimiento y desarrollo de la investigación.

**Viabilidad operativa:** El desarrollo de esta investigación será viable porque se trabajará directamente con el establo, además de contar con acceso a la información necesaria y disposición del personal que labora en caso sea necesario.

**Viabilidad económica:** El presupuesto para la elaboración de esta investigación será costado por la tesista; además de contar con el apoyo económico del establo en la realización de análisis de laboratorio que fuesen necesarios.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

Con la finalidad de obtener información sobre los antecedentes de este estudio, se han revisado investigaciones nacionales e internacionales sobre la calidad de leche y el valor de pago. A continuación, se muestran algunas investigaciones relacionadas y otras que se aproximan al tema mencionado.

##### 2.1.1 Investigaciones internacionales

**Busanello, M., Haygert-Velho, I., Piuco, M., Heck, V., Stürmer, M., Cosmam, L., & Velho, J. (2020)** en su trabajo de investigación: “Relationship between seasonal variation in the composition of bulk tank milk and payment based on milk quality”. Trabajo realizado en la Región Noroeste del estado de Rio Grande do Sul, Brasil.

El objetivo principal en su trabajo fue: estudiar la relación entre las variables de composición de la leche (grasa y proteína) y calidad (SCC = recuento de células somáticas y TBC = Conteo total bacteriano) con el de programa de pago basados en la calidad de leche (PBMQ) pagado al agricultor, así como para caracterizar los meses del año con respecto a estas variables de la leche y PBMQ. Obtuvieron correlaciones significativas entre PBMQ y grasa ( $r = 0.32$ ), proteína ( $r = 0.51$ ) y recuento bacteriano total (TBC) ( $r = -0.66$ ). En los meses de verano, el PBMQ se vio afectado por el aumento de TBC y SCC y la disminución de proteínas, mientras que, en los meses de invierno, el aumento de proteínas y la disminución de TBC y SCC fueron relevantes.

Concluyeron que: los agricultores deben considerar la variación en la composición de la leche y el pago debido a la estacionalidad para alcanzar valores más altos de las bonificaciones, y el sector lácteo para planificar un pago adecuado durante todo el año.

**Cabezas (2019)** en su trabajo de investigación: “Influencia de las prácticas de ordeño sobre la calidad de leche de fincas ganaderas de la provincia de Pichincha”. Tesis

para obtener el grado de Ingeniero Agroindustrial, Universidad Técnica del Norte; Ibarra, Ecuador.

El objetivo principal en su trabajo experimental fue: determinar la influencia de las prácticas de ordeño sobre la calidad de leche de fincas ganaderas de la provincia de Pichincha. Concluyó que: los procedimientos que afecta a la calidad higiénico sanitaria de la leche producida en la provincia de Pichincha se relacionan con la rutina de ordeño, conocimiento del personal y el proceso de conservación de la leche, por lo que controlar dichas operaciones, ayudará a la obtención de una materia prima de buena calidad microbiológica y sanitaria, mejorando el pago por litro de leche, así como los rendimientos en la industria láctea.

**Cerón, Chaves & Palacio (2016)** en su estudio: “Paradigma de la valoración de pago de la leche cruda: calidad composicional, higiénica y sanitaria en Colombia”.

El objetivo principal en su trabajo experimental fue: evaluar y explorar alternativas en el modelo de pago de leche por calidad en Colombia. Concluyeron que: la variación que se presenta de los parámetros de calidad de leche en el tiempo dificulta sensiblemente el mecanismo de definición del precio de pago del litro de leche. El uso de medidas de tendencia central de tres muestreos quincenales sucesivos no garantiza el precio justo para el productor y para la industria, principalmente en los parámetros asociados a calidad higiénica y sanitaria. Se sugiere una evaluación constante del método de pago, ya que los valores de los parámetros de calidad de leche son cambiantes y es necesario ajustar las fórmulas para pago por calidad para que este se haga de la manera más correcta y acertada para el productor y la industria.

**Mata et al. (2015)** en su trabajo de investigación: “Pérdidas de bonificaciones por calidad higiénica-sanitaria de leche entregada en tambos de la provincia de La Pampa”. Argentina.

El objetivo principal en su trabajo fue: evaluar las pérdidas económicas en el precio final de la leche, por disminución de bonificaciones en la calidad composicional, higiénica, sanitaria y volumen de leche entregada en ambos de la provincia de La Pampa. Concluyeron que: los aumentos de Conteo de Células Somáticas y Unidades Formadoras

de Colonias (UFC) son la causa de disminución de bonificaciones, mientras que la temperatura y crioscopia no originaron pérdidas de bonificaciones. Los mayores porcentajes de pérdidas de bonificaciones durante la época estival se corresponden con aumentos de UFC y disminución de los porcentajes de grasa y proteína. La mejora en la calidad higiénico-sanitaria de la leche mejora el precio recibido por el productor.

### **2.1.2 Investigaciones nacionales**

**Bernaola et al. (2019)** en su trabajo de investigación: “Identificación y análisis de conflictos entre los actores de la cadena de suministros de la leche en el Perú”. Tesis presentada para obtener el grado de Magíster en Supply Chain Management. Lima, Perú.

El objetivo principal en su trabajo fue: Identificar los principales conflictos entre los actores que integran la cadena de suministros de la leche en el Perú, presentando oportunidades de mejora que permitan superarlos. Como una de sus conclusiones indicaron que: luego del análisis desde el punto de vista de la Supply Chain Management, los principales conflictos identificados son: la prohibición de la reconstitución de productos lácteos en polvo, la baja calidad de la producción local, los bajos precios al productor y el ejercicio de la posición de dominio de los procesadores. Un bajo nivel de calidad de la materia prima, impacta en los actores de la cadena de suministros reduciendo el ingreso del productor y aumentando los costos del procesador por la necesidad de complementar el insumo con productos importados.

**China (2017)** en su trabajo de investigación: “Tendencias anuales en las características de sólidos totales y microbiológicas de la leche fresca en la Costa Central del Perú”. Trabajo monográfico para obtener el título de Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú.

El objetivo principal en su trabajo fue: evaluar las tendencias anuales de las características de sólidos totales y microbiológicas de la leche fresca en la Costa Central del Perú (Cañete – Ica) durante los años 2011 al 2015. Concluyó: El promedio de %ST de leche entregada por los ganaderos en los meses de verano es menor que en el resto del año. Pero también se observa que la tendencia de enero a mayo es la de aumentar suavemente con el %ST. Para la gran industria de Cañete existe un efecto de

estacionalidad significativo en el %ST con un promedio mínimo de 11.56 y un máximo de 11.67; mientras en Ica no existe diferencia significativa en meses de verano con respecto a las otras estaciones del año.

**De la Sota (2016)** en su trabajo de investigación: “Relación de los parámetros físico-químicos e higiénicos de leche fresca con el rendimiento de productos lácteos en las provincias de Concepción y Jauja, Junin”. Tesis presentada para obtener el título de Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú.

El objetivo principal en su trabajo fue: determinar los valores físico-químicos e higiénicos promedios de la leche acopiada por las plantas procesadoras en estudio y determinar su relación con los rendimientos de derivados lácteos elaborado, mediante ecuaciones de predicción. Concluyó que, para la elaboración de queso andino la planta BONANZA, fue la que presentó los mejores parámetros físicos químicos, la planta CONCELAC presentó los mejores resultados higiénicos. En caso del manjar blanco la planta BONANZA fue superior a la planta MANTARO en los parámetros físico químicos y se presentaron resultados similares en los parámetros higiénicos.

Para el producto yogurt las plantas BONANZA y MISKYLAC, los parámetros higiénicos se mostraron similares. Si se efectuara un pago por calidad, la planta CONCELAC incrementaría sus utilidades en los productos queso fresco y queso andino; la planta MANTARO en su producto manjar blanco, y queso fresco; la planta MISKYLAC en sus productos queso andino y mantequilla; el sistema de pago no afectaría significativamente a la planta BONANZA en ninguno de sus productos, y por último se concluye que un pago por calidad para el producto yogurt no afectaría la utilidad de las plantas estudiadas para este producto.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 La Leche y sus características**

Según el CODEX STAN 206-199: “la leche es la secreción mamaria normal de animales lecheros, la cual se obtiene mediante el ordeño sin ningún tipo de adición o extracción, y que es destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración

posterior” (Organización Mundial de la Salud [OMS] & Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura [FAO], 2011, p.187).

La Dirección General de Promoción Agraria [DGPA, 2005] señala que: “la leche cruda entera es el producto íntegro no alterado ni adulterado del ordeño higiénico, regular y completo de vacas sanas y bien alimentadas, sin calostro y exento de color, olor, sabor y consistencia anormales y que no ha sido sometido a procesamiento o tratamiento alguno”. (p.6).

En cuanto a sus características organolépticas, la leche tiene un color blanco (como resultado de la reflexión de la luz sobre las micelas de caseína, glóbulos de grasa, fosfatos y citrato). Su sabor es ligeramente dulce (por su contenido en lactosa) y agradable. El olor de la leche es característico y se debe a la presencia de ácidos, aldehídos, cetonas, etc. (Escanta & Ramírez, 2019).

### 2.2.2 La calidad de leche

Para la FAO (2020), la leche cruda de buena calidad no debe contener residuos ni sedimentos; no debe ser insípida ni tener color y olor anormales; debe tener un contenido de bacterias bajo; no debe contener sustancias químicas (antibióticos y detergentes), debe tener una composición y acidez normales. La calidad de la leche cruda es el principal factor determinante de la calidad de los productos lácteos. No es posible obtener productos lácteos de buena calidad sino de leche cruda de buena calidad.

Por otro lado, De los Reyes, Molina & Coca (2010) señalan que el desafío para el productor de leche cruda, no sólo es producir un mayor volumen, sino también un producto de alta calidad. Para producir grandes volúmenes de leche de calidad, se debe tener en cuenta aspectos como: lugar de crianza limpio, seco y confortable, así como equipos de ordeño que funcionen correctamente y una buena higiene del ordeño (Holstein Foundation, 2017).

La importancia de producir leche de calidad es garantizar la salud pública de los consumidores, aspecto indiscutible por ser un alimento perecedero; además de otorgar

ventajas competitivas a las empresas productoras de leche cruda, para introducirse, mantenerse y ampliar su participación en el mercado (Acevedo & Dávalos, 2019).

### 2.2.3 Indicadores de calidad

Existen varias formas de medir la calidad de leche; puede ser de forma subjetiva como las medidas sensoriales (olfato, vista, gusto). Otras pueden ser objetivas como la medición de composición, recuento de células somáticas, temperatura, punto de congelación, etc. Es así, que Dairy Australia (2016) señala las siguientes características que se utilizan para medir la calidad de leche:

- El Color, textura, sabor y olor
- La Composición y valor nutricional
- La presencia de cualquier anomalía (por ejemplo: gran recuento de células somáticas, sangre)
- La contaminación por sustancias extrañas (por ejemplo: bacterias causantes de enfermedades como brucelosis, tuberculosis, enzimas bacterianas, toxinas producidas por bacterias u hongos, antibióticos, productos químicos).

Para Cabezas (2019), se pueden encontrar los siguientes indicadores según el tipo de calidad:

- Calidad composicional: Cantidad apropiada de los componentes totales, grasa y proteína.
- Calidad higiénica: Mínimo conteo bacteriano total
- Calidad sanitaria: Mínimo conteo celular somático

Además, Celis & Juárez (2009), incluyen dentro de estos indicadores la presencia de Inhibidores y la adulteración.

Para Núñez et al. (2008) señalan que, para que la calidad resulte identificable, debe ser objetiva y ser traducida por un conjunto de parámetros claros, concretos y negociados entre todos los involucrados. El control de la calidad total de la leche resulta

esencial para el sector lácteo, porque ayuda a los productores, acopiadores, procesadores y a toda la cadena láctea en determinar los puntos débiles en sus actividades y conocer las expectativas de los consumidores como producto final (Roko et al., 2016).

**a) Calidad composicional de la leche**

La leche es una mezcla de agua y varios nutrientes: grasa, proteína, lactosa, minerales, vitaminas, etc. Estos componentes se pueden encontrar en solución, suspensión o emulsión. Agudelo & Bedoya (2005), señalan que la caseína se encuentra dispersa, no se sedimenta y permanecen en suspensión; la grasa y las vitaminas solubles en la grasa de la leche se encuentran en emulsión; la lactosa, algunas proteínas séricas, sales minerales se encuentran totalmente disueltas en el agua de la leche (ver Tabla 1).

**Tabla 1.**

*Composición de la leche de vacas Holstein*

<b>Componente</b>	<b>(%)</b>	<b>Emulsión</b>	<b>Suspensión</b>	<b>Solución</b>
Agua	86.9			
Sólidos	12.2			
Grasa	3.5	X		
Proteína	3.1		X	
Lactosa	4.9			X
Cenizas	0.7			X

Adaptado de Dairy Australia (2016)

Los sólidos no grasos son los que agrupan a los componentes proteínas, lactosa y minerales. Mientras que los sólidos totales se establecen como la suma de la grasa, y los sólidos no grasos (Campabadal, 1999). Ya que el agua es el mayor componente, se valora la cantidad de sólidos totales en la leche.

Por otro lado, Cabezas (2019) indica que la calidad composicional se evalúa mediante la medición del contenido de sólidos totales, grasa y proteína. Se debe tener en cuenta que la leche es de fácil adulteración, por lo que, desde el punto de vista comercial,

estos parámetros son importantes porque aseguran la calidad como materia prima ya que de esto depende la calidad de los productos lácteos y sus precios (Escanta & Ramírez, 2019; Jurado et al., 2019). Asimismo, Villacrés (2018) menciona que, para la industria láctea, la calidad composicional es muy importante, ya que la elaboración de productos lácteos supone una proporción adecuada de lactosa, grasa, proteína.

Para Dairy Australia (2016), la calidad de la leche se ve afectada por muchos factores, como la dieta de la vaca, la salud, la contaminación de los pezones, el proceso de recolección, manipulación y almacenamiento. El efecto puede agravarse cuando hay múltiples factores en juego.

#### **b) Factores que afectan la calidad composicional de la leche**

Agudelo & Bedoya (2005), afirman que los componentes de la leche no siempre se encuentran en la misma proporción durante toda la lactancia, pueden variar debido a muchos factores internos y externos del animal, afectando en gran medida la calidad del producto. La FAO (2020), señala que la especie de animal lechero, la raza, edad, dieta, el sistema de cultivo, el entorno físico influye en el color, sabor y composición de la leche; siendo la grasa, el componente de mayor variabilidad.

**La raza:** La composición química de la leche varía según la raza. Por ejemplo, el contenido de grasa de la leche de ganado *Bos taurus* suele ser menor al del *Bos indicus*, donde puede llegar hasta 5.5 % (FAO, 2020). Cada raza de ganado lechero tiene un valor promedio general, pero que pueden cambiar debido al mejoramiento genético y al factor ambiental. (Campabadal, 1999). Por otro lado, García et al. (2014) señalan que se debe tener en cuenta las tendencias actuales de consumo de alimentos, donde se observa una disminución en la ingesta de ácidos grasos saturados, por lo que se busca un aumento en la concentración de ácidos grasos insaturados. Esto es importante ya que las razas que poseen un alto contenido de grasa láctea, poseen también en mayor proporción ácidos grasos saturados e hipercolesterolémicos, lo cual es menos deseable con las nuevas tendencias.

**Alimentación:** El manejo de la alimentación influye en la composición de la leche, por ejemplo, la concentración de la fibra; a mayor concentración de fibra, la grasa en la leche es mayor debido a la proporción de ácidos grasos volátiles (AGV) producidos



en el rumen en función de la diferencia de dietas, los desbalances en la relación forraje/concentrado reducen la producción del ácido acético y butírico que son precursores de la grasa. (De los Reyes et al., 2010, p.3). Respecto a la proteína, mantener un ambiente ruminal apropiado para lograr la óptima utilización del nitrógeno es importante para el suministro de aminoácidos a la glándula mamaria (García et al., 2014).

En el caso de las vitaminas, la vitamina A y carotenos se ven afectados, cuando la base de alimentación son forrajes frescos; mientras que la vitamina E es más abundante cuando el ganado se alimenta de forrajes más toscos. (Agudelo & Bedoya, 2005). Por lo tanto, los puntos críticos que se deben considerar para maximizar la producción de sólidos totales con relación al manejo alimenticio son: relación forraje/concentrado, tipo de concentrado, tamaño y calidad de la fibra, suplementación con grasa y aminoácidos protegidos, uso de aditivos, agentes alcalinizantes, buffers, maximizar el consumo de alimentos, monitoreo de la dieta, etc.

**Salud del animal:** El estado de salud de las vacas también afecta la composición de leche, la mastitis disminuye el porcentaje de grasa y sólidos no grasos, así como la lactosa (De los Reyes et al., 2010); los minerales, especialmente el calcio se ve afectado por enfermedades metabólicas y alteraciones secretoras (Agudelo & Bedoya, 2005).

**Etapa de lactación:** La composición de la leche varía según la etapa de lactación, debido a la relación inversa entre producción de leche y componentes de la leche, al inicio la cantidad de sólidos es alta, pero con la llegada del pico de lactancia, los sólidos disminuyen para nuevamente aumentar al final de la lactación. (Campabadal, 1999).

Es importante el conocimiento de los factores que influyen en la calidad composicional de la leche, esto ayudará en la búsqueda de estrategias que permitan incrementar componentes específicos, y satisfacer las demandas de los consumidores y la industria. Así, Hazard & Christen (2006) afirman que la grasa y proteína son los componentes de importancia económica sobre los cuales se puede influir ya que la industria paga un precio base con un cierto nivel de proteína cruda y materia grasa; si la leche contiene niveles superiores, los productores reciben una bonificación extra.

### c) **Calidad higiénica de la leche**

La producción de leche de calidad higiénica, como todo sistema productivo, resulta sumamente complejo, más aún que otros ya que, el producto a manejar es extremadamente delicado, afectándose mucho por la manipulación (De los Reyes et al. 2010). Según la FAO (2020) la calidad higiénica de la leche es fundamental para la producción de leche y sus derivados, es indispensable aplicar las buenas prácticas de higiene en toda la cadena láctea, desde el proceso de ordeño de la leche, hasta su almacenamiento y transporte.

Roko et al. (2016) señalan que la leche, al ser una mezcla de nutrientes, con un pH casi neutro, es un ambiente favorable para el crecimiento bacteriano. Por ello, como lo señalan Celis & Juárez (2009), la valoración de la calidad higiénica se realiza en base al recuento total de bacterias (mesófilas aerobias totales) expresado en unidades formadoras de colonia (UFC/ml). Cuando se trata de la higiene de la leche, el objetivo es determinar el nivel de bacterias de la leche, ya que existen muchos tipos de bacterias, con diferentes características, que pueden contaminar la leche y cada una de ellas puede traer diferentes consecuencias en la calidad. (Dairy Australia, 2016). Para Holstein Foundation (2017) la leche proveniente de una ubre sana y libre de infección contiene menos de 1000 UFC/ml.

Celis & Juárez (2009) indican que las bajas temperaturas detienen el desarrollo de las bacterias. Por lo tanto, la leche debe mantenerse refrigerada en todos los eslabones de la cadena láctea, para evitar el crecimiento bacteriano y la producción de enzimas proteolíticas y lipolíticas que dan como resultado leche de baja calidad. (Martínez & Gómez, 2013). La leche debe ser enfriada en un plazo máximo de dos horas a una temperatura de 4°C (De la Sota, 2016). Para Dairy Australia (2016) es importante que el ordeño se realice teniendo en cuenta la higiene y las buenas prácticas de ordeño, ya que el enfriamiento rápido de la leche no reduce su contenido bacteriano, solamente lo estabiliza.

En función de la calidad higiénica de la leche, es decir según el recuento de aerobios mesófilos, la industria clasifica la leche cruda:

- De 0 hasta 80 000 UFC/ml, leche de calidad A++ (excelente calidad)

- De 80 001 hasta 150 000 UFC/ml, leche de calidad A+
- De 150 001 hasta 250 000 UFC/ml, leche de calidad A
- De 250 001 hasta 500 000 UFC/ml, leche de calidad B
- De 500 001 hasta 1000 000 UFC/ml, leche de calidad C
- De 1000 001 hasta 2000 000 UFC/ml, leche de calidad D
- De 2000 001 hasta 10 000 000 UFC/ml, leche de calidad E
- De 10 000 001 hasta 20 000 001 UFC/ml, leche de calidad F
- De 20 000 001 a más UFC/ml, leche de calidad G

#### **d) Fuentes de contaminación de la leche**

Las características nutritivas de la leche son indiscutibles; sin embargo, es necesario tener en cuenta que, desde sus síntesis hasta su llegada al consumidor, la leche se puede contaminar por diversos factores. Para Celis & Juárez (2009), cuando la leche es obtenida en condiciones ideales de ordeño, el número de microorganismos inicial de la leche cruda varía entre 1 000 y 10 000 UFC/ml. Además, este valor inicial está relacionada a la higiene de los utensilios y equipos utilizados, su almacenamiento y transporte.

La leche puede contaminarse por glándula mamaria y del medio externo (ambiente, higiene de los operarios, higiene de las máquinas y utensilios de ordeño).

**Glándula mamaria:** Para Celis & Juárez (2009) la contaminación a través de la glándula mamaria puede darse por dos vías. La vía ascendente; es decir microorganismos que son de origen mamario, ya que, por la anatomía que presenta la ubre, cualquier microorganismo cercano y que se encuentre adherido a la piel, puede penetrar fácilmente el esfínter del pezón y llegar a los conductos. Por otro lado, la vía endógena, la glándula mamaria puede contaminarse con microorganismos provenientes de la sangre. Se puede mencionar a las bacterias causantes de la tuberculosis (*Mycobacterium tuberculosis*) y brucelosis (*Brucella abortus*).

**El ambiente:** El lugar donde se realiza el ordeño, debe ser un área destinada sólo para esta labor, la cual debe mantenerse alejada de los corrales para evitar la

contaminación con polvo, heces, insectos, etc. Además, esta área debe mantenerse limpia y en constante mantenimiento. (Fienco, 2013).

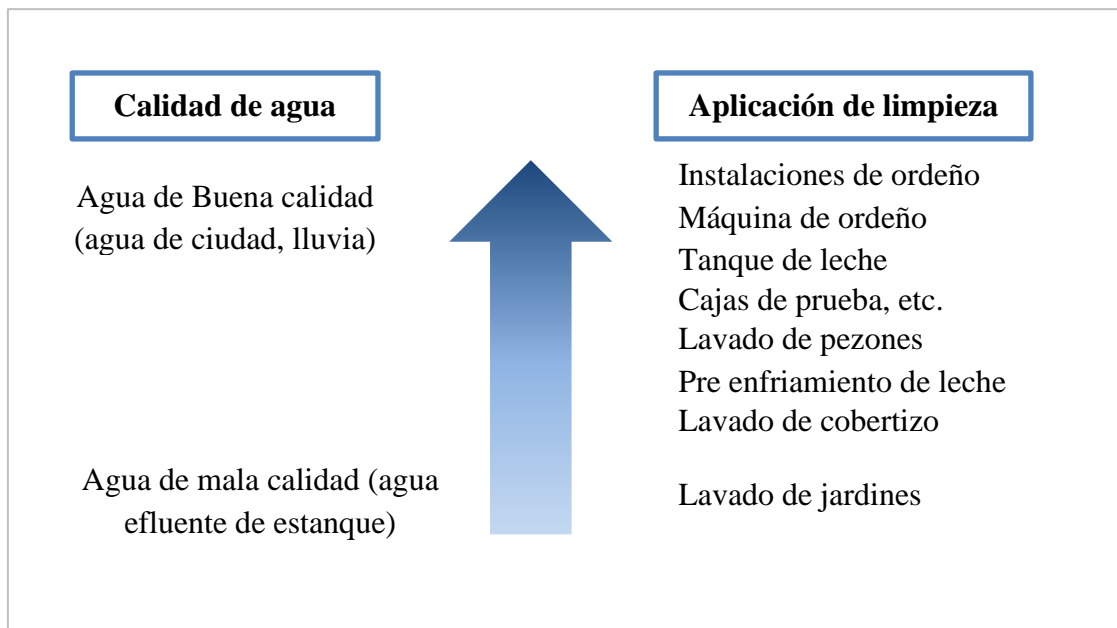
**Equipos y utensilios:** Los equipos y utensilios utilizados en el ordeño, den ser adecuados, de lo posible deben ser de superficie lisa para facilitar su limpieza, y evitar la acumulación de bacterias como resultado de la descomposición de la leche (Fienco, 2013). Para Dairy Australia (2016) la contaminación microbiana es la mayor causa de una pobre calidad de leche, una de las principales fuentes de contaminación está asociado con la pobre higiene de la máquina de ordeño, como resultado de un programa y/o método de limpieza inefectivo. De los Reyes et al. (2010) menciona que la calidad de agua de lavado de los equipos, utensilios de ordeño y pezones de las vacas, cumple un papel importante en evitar la contaminación de la leche. Además, más del 95% de las causas de altos conteos de bacterias totales se deben a deficiencias en el lavado, higiene y sanitización de los equipos de ordeño.

**Ordeñador:** Jurado et al. (2019) recomiendan que los operarios mantengan la higiene y limpieza durante el ordeño, para ello deben aplicar las Buenas Prácticas de Ordeño, con el fin de obtener un producto de calidad composicional, microbiológico y sanitario. De la Sota (2016), también menciona al ordeñador como un factor importante en la contaminación de la leche, sobre todo cuando no se realiza el lavado de manos, o cuando humedecen las manos con la misma leche para lubricarse y facilitar el ordeño, además de la presencia de heridas en brazos y manos también son fuente de microorganismos.

**Agua de lavado:** El agua es otro factor importante de mencionar como medio de contaminación de la leche. Es importante controlar la calidad de agua utilizada para el lavado, deberá contener un bajo recuento de carga microbiana, y cloruros. (Celis & Juárez, 2009). Las fuentes disponibles de agua para el ganado son el agua superficial, es decir, corrientes, estanques, lagos y aguas subterráneas, es decir, los pozos (Sasakova et al., 2015).

Se debe usar agua de buena calidad para la limpieza de la máquina de ordeño y el tanque de leche, para Dairy Australia (2016), debe ser agua potable; los indicadores de

calidad de agua son la dureza y conteo bacteriano. Para el ordeño mecánico, es importante tener en cuenta la dureza del agua, ya que un agua muy dura llegaría a neutralizar los detergentes usados en la limpieza (Villacrés, 2018). La Figura 1 muestra el agua requerida para diferentes aplicaciones de limpieza.



**Figura 1.** Calidad de agua requerida para diferentes aplicaciones de limpieza durante el ordeño. Adaptado de Dairy Australia (2016).

**Almacenamiento y transporte:** El lugar donde se almacena la leche, también es un factor a tener en cuenta para evitar la contaminación del producto, se debe contar con una zona específica destinada al almacenamiento, no debe haber exposición al sol y debe encontrarse separado de productos químicos como plaguicidas, desinfectantes, detergentes, etc. (De la Sota, 2016).

Respecto al medio de transporte para movilizar la leche, se debe evitar el uso de vehículos sin ningún tipo de refrigeración y recorrer largos tramos, ya que la temperatura ambiental favorece el crecimiento bacteriano, esto empeora la calidad de la leche cruda. (Villa et al., 2018). El transporte debe ser exclusivo para esta labor, debe estar limpio, cerrado y desinfectado. (De la Sota, 2016).

### e) Calidad sanitaria de la leche

Celis & Juárez (2009) señalan que el recuento de células somáticas (RCS) en la leche cruda es el principal indicador de la salud de la ubre de la vaca, y por ende de la calidad sanitaria; los problemas de mastitis en las vacas dan como resultado recuentos mayores a 400 000 CS/ml. Mientras que para una glándula mamaria normal y saludable el RCS es de 150 000 a 200 000 RCS/ml, según el Consejo Nacional de Mastitis. (Holstein Foundation, 2017).

**Tabla 2.**

*Cambios en la composición de la leche asociado al recuento de células somáticas.*

<b>Componente</b>	<b>Leche normal</b>	<b>Leche con elevado RCS</b>	<b>Variación (%)</b>
Sólidos totales (%)	12.4	12.0	3.2
Grasa (%)	3.5	3.2	8.6
Proteína (%)	3.6	3.2	11.0

Armenteros 1998. Citado por Viera 2013.

Las células somáticas están normalmente en la leche, están constituidas por leucocitos, neutrófilos y células de descamación del epitelio secretor y aumentan con las infecciones mamarias. La mastitis afecta la composición de la leche (Tabla 2), disminuyendo el porcentaje de lactosa y proteínas, además de adquirir un sabor salado por el aumento de sodio y cloro. (De los Reyes, 2010). Por otro lado, Armenteros (como se citó en Viera, 2013) indica que altos niveles en el RCS reducen el contenido de grasa y caseína, aumentando el contenido de suero de la leche, la mastitis subclínica disminuye el contenido de grasa en un 8.8 a 11.8 %, la lactosa en un 10.8 a 19.1% y disminuye el porcentaje de proteína láctea que pasa a ser sustituida por proteína sanguínea que es filtrada hacia la leche debido al proceso inflamatorio.

Los elevados RCS afectan económicamente tanto al sector productivo como al industrial, ya que se reduce la cantidad de litros producidos y disminuye la calidad y cantidad de las proteínas contenidas en la leche, así como la vida en anaquel de los productos elaborados a partir de ella. Celis & Juárez (2009).

#### 2.2.4 Inhibidores y antibióticos

Los inhibidores son aquellas sustancias ajenas a la secreción de leche que detienen el desarrollo bacteriano, esto ocasiona problemas a la industria, ya que no permite el desarrollo normal de bacterias fermentadoras. Entre los inhibidores más comunes se pueden mencionar al cloro, iodóforos y agua oxigenada. Por lo tanto, es muy importante lavar y enjuagar con abundante agua limpia, para eliminar los restos de detergentes y desinfectantes, evitando así que entren en contacto con la leche. (Celis & Juárez, 2009).

La presencia de antibióticos en la leche se debe al ordeño conjunto de vacas que siguen tratamientos por vía oral, intramamarios o inyectable. Estas vacas no deben ser ordeñadas junto a vacas sanas ya que se corre el riesgo de combinar la leche y contaminarla, causando perjuicios a la industria y al consumidor.

#### 2.2.5 Regulación sanitaria para leche cruda en el Perú

Según la Norma Técnica peruana (INACAL, 2016) la leche cruda es el producto íntegro de la secreción mamaria normal sin adición ni sustracción alguna y que ha sido obtenida mediante uno o más ordeños y que no ha sido sometido a procesamiento o tratamiento alguno. (p.10).

Además, la leche cruda debe cumplir con ciertos requisitos:

- Requisitos generales: La leche cruda no debe estar alterada ni adulterada, debe ser obtenida mediante el ordeño higiénico, regular y completo de animales bien alimentados, sin calostro. Debe estar exenta de sustancias conservadoras y otras sustancias extrañas. No debe haber sido sometida a tratamientos que modifiquen sus componentes originales.
- Requisitos sensoriales: la leche cruda debe estar exenta de color, olor, sabor y consistencias extraños.
- Requisitos relacionados a la composición nutricional.
- Requisitos microbiológicos relacionados a la calidad higiénica de la leche.

Los aspectos mencionados, influyen en la calidad comercial de la leche, ya que afectan al grado de cumplimiento de las expectativas de la industria y del consumidor final. (Roko et al., 2016).

Es importante conocer estos requisitos ya que la implementación de los sistemas de calidad es una estrategia para las empresas en la optimización de actividades y rendimientos económicos. (Núñez et al., 2008).

La Tabla 3, detalla los requisitos que debe cumplir la leche cruda a nivel composicional y microbiológico.

**Tabla 3.**

*Requisitos que debe cumplir la leche cruda a nivel composicional y microbiológico*

<b>Detalle</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Requisito mínimo</b>	<b>Requisito máximo</b>	<b>Método de ensayo</b>
Materia grasa	g/100g	3.2	-	NTP 202 126 NTP 202.028 ISO 2446/IDF 226
Sólidos no grasos	g/100g	8.2	-	*
Sólidos totales	g/100g	11.4	-	NTP 202.118
Ceniza total	g/100g	-	0.7	NTP 202.172
Recuento de bacterias	Mesófilos/ml	500 000	1 000 000	ISO 4833-1
Numeración de coliformes	Coliformes/ml	100	1 000	ISO 4831
Recuento de células somáticas	RCS/ml	-	500 000	NTP 202.173

(\*) Por diferencia entre los sólidos totales y la materia grasa. Adaptado de INACAL (2016).

#### 2.2.6 Valor de pago por calidad de leche cruda

En el contexto internacional, el Perú se encuentra en el grupo de países que pagaron menores precios al productor durante el periodo 2010-2014, con \$391 promedio por tonelada de leche cruda. (MINAGRI, 2017a).



En la Figura 2, se observa la variación de precios pagados al productor en diferentes países. El precio pagado en nuestro país, se encuentra ligeramente por encima de Argentina, y al mismo nivel de Uruguay y Chile. Precios superiores son pagados por Estados Unidos y Nueva Zelanda.

A nivel nacional, según los departamentos de mayor producción, los precios pagados al productor en Lima, son mayores si se comparan con Arequipa y Cajamarca. (Figura 3).

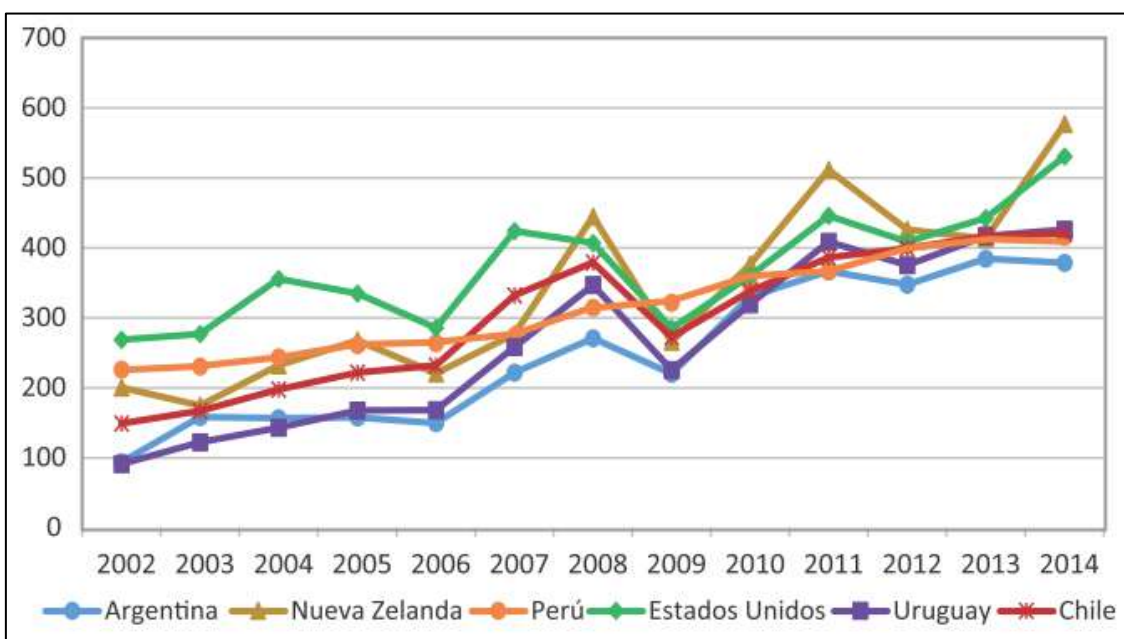
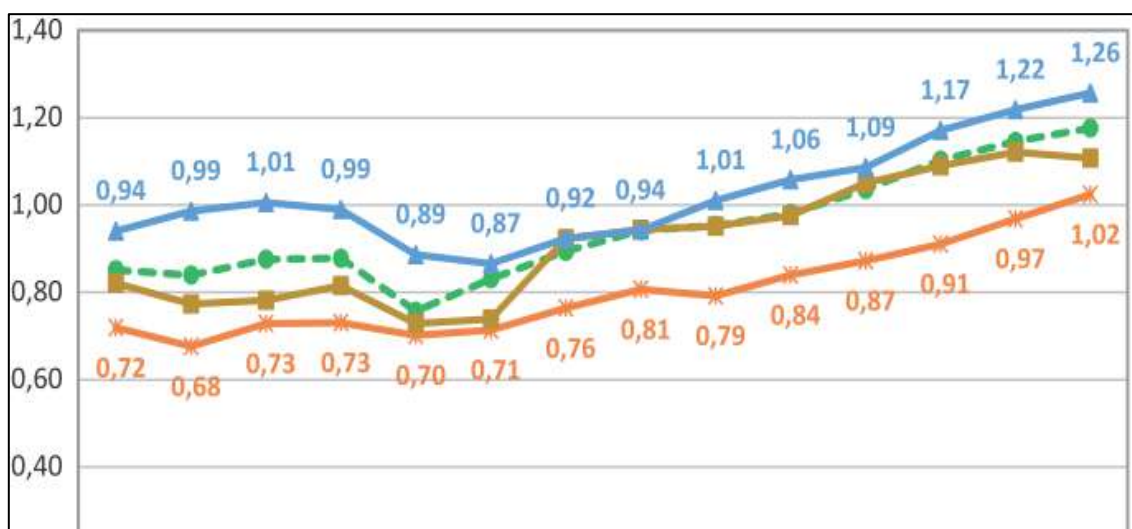


Figura 2. Precios pagados al productor de leche cruda (US\$/Ton.). MINAGRI (2017a).



**Figura 3.** Precios pagados al productor de leche cruda según principales departamentos (S/. por kg).  
MINAGRI (2017a).

El MINAGRI (2017a) indica que esta variación en los precios se debe a la atomización de las unidades productivas, es decir en los departamentos de Cajamarca y Arequipa, los ganaderos tienen de diez cabezas de ganado a menos, esto reduce su poder de negociación en el establecimiento de sus precios de leche cruda. Otro punto importante es la cercanía hacia los mercados, los cuales se encuentran ubicados en Lima, esto favorece a que se paguen precios más altos comparados a los demás departamentos. Para los años 2018 y 2019, el precio promedio pagado al productor a nivel nacional fue de S/1.27 y S/1.30 por kg de leche cruda, respectivamente; en Lima, el precio pasó de S/1.36 en el 2018 a S/1.39 en el 2019. (MINAGRI, 2020).

Existen diversas metodologías para establecer el precio pagado al productor, la FAO (2020) indica que el precio pagado al productor se puede basar en la calidad composicional de la leche, su calidad higiénica y el período del año. Además de los ingresos procedentes de la venta de la leche, entre las fuentes de ingresos de los productores lecheros figuran las ventas de animales reemplazados y animales jóvenes, las ventas de estiércol y los pagos directos.

Según Alvarado (2017), las malas prácticas de higienes en el ordeño, afectan de forma negativa al productor, ya que ocasiona una reducción en el pago, y penalizaciones en forma de exclusión del mercado por un tiempo. Respecto al valor de pago, se pueden dar las siguientes situaciones:

- Bonificación sobre el precio base si la leche presenta un alto porcentaje de grasa y proteína, bajo contenido de bacterias totales y/o bajo recuento de células somáticas.
- Penalización sobre el precio base si la leche presenta un alto contenido de UFC/ml.
- Rechazo de la leche por adulteración con agua añadida, contenido de bacterias demasiado alta, recuento de células somáticas demasiado alto, presencia de antibióticos y/o contaminantes dañinos.

Para Mata et al. (2015), los aumentos de Recuento de Células Somáticas (RCS) y Unidades Formadoras de Colonia son las causas de disminución de las bonificaciones.

Por otro lado, el MINAGRI (2017a) afirma que la calidad exigida por la industria láctea incluye características los índices de acidez, grasa y sólidos totales.

GLORIA S.A. utiliza un sistema de bonificaciones y castigos que permite incrementar o reducir el precio base de la leche cruda, esto depende de la mayor o menor calidad de la leche. Esta industria aplica diversos indicadores de calidad en su sistema de pago, como la medición de la densidad, porcentaje de sólidos totales y análisis microbiológicos. Por cada punto porcentual sobre el 11.6%, se reconoce un pago adicional. (MINAGRI, 2017a).

Sin embargo, Bernaola et al. (2019) afirma que los productores se quejan por la imposición de precios bajos por su producto. Esto porque existe un problema en el intercambio de información entre los productores de leche cruda y el comprador respecto a los criterios utilizados por GLORIA S.A. para clasificar cada tipo de leche, así como el sistema de análisis de calidad de la leche. (MINAGRI, 2017a). Lo ideal sería introducir un sistema de pago que sea aceptado y comprendido por todos los involucrados en la cadena láctea, incentivando a los productores de leche para que participen activamente y aumenten su competitividad.

Según Bernaola et al. (2019), estos conflictos son comunes en muchos países, sobre todo cuando existe un monopsonio, donde existe un solo comprador y muchos ofertantes de un mismo producto, los cuales no tienen el poder de exigir sus precios ni tampoco decidir la cantidad transada.

### 2.3 Definición de términos básicos

- ✓ **Leche cruda:** Leche que no ha sido calentada a más de 40 °C ni sometida a ningún tratamiento que tenga un efecto equivalente.
- ✓ **Ordeño:** Proceso de extracción de la leche de las glándulas mamarias de la vaca u otro mamífero.
- ✓ **Producto lácteo:** Es un producto obtenido mediante cualquier elaboración de la leche, que puede contener aditivos alimentarios y otros ingredientes funcionalmente necesarios para la elaboración.

- ✓ **Calidad:** Conjunto de características propias de una cosa o servicio que permite caracterizarla y valorarla con respecto a otras. Además, de satisfacer necesidades, gustos, preferencias y expectativas del consumidor.
- ✓ **Inocuidad:** Es la incapacidad de algo o alguien para hacer daño a una persona.
- ✓ **Bonificación:** Es el acto de otorgar a alguien un descuento sobre un monto que debe abonar o aumento sobre el dinero que se debe cobrar.
- ✓ **Bacterias:** Organismo procarionte microscópico unicelular, carente de núcleo que se multiplica por división celular.
- ✓ **Aerobios mesófilos:** Son todas aquellas bacterias aerobias, mesófilas capaces de crecer en agar nutritivo. La palabra mesófilo significa que pueden vivir a temperatura media de 30° a 37°C.
- ✓ **UFC/ml:** Unidades formadoras de colonia, es una unidad de medida utilizada para el conteo del número de bacterias viables en una muestra líquida.
- ✓ **Sólidos totales:** Es la materia sólida que se encuentra suspendida, disuelta o asentada en un líquido y que permanecen luego de la evaporación y secado de una muestra.
- ✓ **Industria:** Es la actividad que tiene como propósito la transformación de materia prima en productos elaborados para consumo final o intermedio.
- ✓ **Valor de pago:** Es el valor monetario que se asigna a algo. Todos los productos y servicios que se ofrecen al mercado tienen un precio, que es el dinero que debe abonar el cliente para acceder al producto.

## 2.4 Hipótesis de investigación

### 2.4.1 Hipótesis general

**H0:** El valor de pago no está relacionado con la calidad de leche cruda en un establo intensivo del Valle de Huaura-Sayán.

**H1:** El valor de pago si está relacionado con la calidad de leche cruda en un establo intensivo del Valle de Huaura-Sayán.

### 2.4.2 Hipótesis específicas

- El valor de pago está relacionado con la calidad composicional de la leche cruda, expresada en % de sólidos totales, en un establo intensivo del Valle de Huaura-Sayán.

- El valor de pago está relacionado con la calidad higiénica de la leche cruda, expresada con el recuento de aerobios mesófilos (UFC/ml), en un establo intensivo del Valle de Huaura-Sayán.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Diseño metodológico**

La presente investigación se basó en un enfoque cuantitativo y explicativo porque pretende establecer causas de los sucesos de estudio, en qué condiciones se manifiesta y el por qué se relacionan dos o más variables.

##### **3.1.1 Ubicación**

La presente investigación se realizó con información proveniente del período 2017-2020 de un establo lechero, ubicado en el distrito de Végueta, Valle de Huaura-Sayán. Actualmente, la industria láctea más importante del país, GLORIA S.A., recoge y traslada diariamente la leche cruda enfriada en cisternas isotérmicas hacia la planta de procesamiento que se encuentra ubicada en Huachipa, Lima.

##### **3.1.2 Materiales e insumos**

Los materiales utilizados fueron aquellos que permitieron recabar la información de campo, así como aquellos que permitieron el análisis y obtención de resultados. Entre los materiales se pueden mencionar:

- Registros del establo
- Reportes de análisis de calidad de leche y valor de pago
- Hojas bond A4 de 80g
- Laptop
- Memoria USB de 32 GB
- Útiles de escritorio
- Libros
- Paquete estadístico SAS 9.4
- Celular, grabadora

### **3.1.3 Diseño experimental**

El diseño de esta investigación es de tipo no experimental, bajo un diseño longitudinal de tipo tendencia y correlacional.

No experimental porque las variables de estudio no serán manipuladas, sólo se observarán los fenómenos tal como suceden en la realidad para su posterior análisis, longitudinal de tipo tendencia porque se analizarán datos a través del tiempo, las causas de sus cambios y consecuencias; y de tendencia porque se analizan datos a través del tiempo (en categorías, variables o sus relaciones) en una población en general. (Hernández et al., 2010).

### **3.1.4 Tratamientos**

La investigación es de tipo no experimental, por lo tanto, no se disponen de tratamientos. Sin embargo, a mitad del año 2019, el establo comenzó a realizar un tratamiento de purificación del agua de lavado de los equipos de ordeño utilizando peróxido de hidrógeno y para una mejor explicación de los resultados, se realizará una comparación del recuento de UFC/ml antes y después de haber aplicado un tratamiento purificador del agua. Siendo así los dos grupos a comparar:

Grupo 1: Se consideró los recuentos de aerobios mesófilos en UFC/ml desde julio del 2018 a junio del 2019 como datos antes del tratamiento.

Grupo 2: Para los datos después de aplicado el tratamiento, se consideró los meses de julio del 2019 a junio del 2020.

Es decir, se consideraron 12 meses antes del tratamiento del agua y 12 meses después.

### **3.1.5 Variables evaluadas**

La tabla 4 muestra el detalle de las variables evaluadas.



**Tabla 4.***Operacionalización de las variables de estudio.*

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicador
<b>Independiente (X)</b>			
<b>Calidad de leche cruda</b>	Son características que aseguran la inocuidad del producto y que satisface los requerimientos del consumidor.	Calidad composicional Calidad higiénica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• %Sólidos totales</li> <li>• Recuento de aerobios mesófilos en UFC/ml leche</li> </ul>
<b>Dependiente (Y)</b>			
<b>Valor de pago por kg de leche cruda</b>	Es el valor en soles (S/.) que determina la industria en función del cumplimiento de ciertas características.	Valor por Kg de leche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S/. por Sólidos totales</li> <li>• S/. por recuento de UFC/ml</li> <li>• S/. por programa de mejora en calidad</li> <li>• S/. por temperatura de almacenamiento</li> <li>• S/. libre de TBC y brucelosis</li> <li>• S/. por kg de leche cruda</li> </ul>

Autoría Propia.

Siendo los indicadores para cada variable:

- **% Sólidos totales:** Es el contenido de materia seca que se encuentra en la leche
- **Recuento de aerobios mesófilos en UFC/ml:** Es el número de bacterias viables encontradas en la muestra de leche.

El establo evaluado, tiene un precio base de S/ 1.02470 por kg de leche cruda. Este precio es establecido por la industria según la zona; es el precio el precio al cual se le aplica las bonificaciones o penalizaciones. A continuación, se detallan las bonificaciones aplicadas a este precio base:

- **S/. por contenido de sólidos totales:** es la bonificación que la industria aplica si el % de sólidos totales es mayor a 11.06%.
- **S/. por UFC/ml:** es el pago realizado por el recuento bacteriano; si se encuentra menor a los 500 000 UFC/ml se bonifica, y si supera los 1 000 000 UFC/ml se penaliza.

- **S/. por programa de mejora en calidad:** es una bonificación por mantener la calidad de la leche cumpliendo los parámetros establecidos.
- **S/. por temperatura:** es una bonificación por el enfriamiento de la leche.
- **S/. por estar libre de TBC y brucelosis:** Es una bonificación que se aplica por contar con la certificación libre de tuberculosis y brucelosis bovina.

## **3.2 Población y muestra**

### **3.2.1 Población**

Está conformada por el total de leche producido por las vacas de la raza Holstein en producción del establo ubicado en el distrito de Végueta.

### **3.2.2 Muestra**

Para esta investigación, se consideró los datos sobre calidad de leche cruda y valor de pago registrado de forma quincenal, desde el año 2017 al 2020.

## **3.3 Técnicas de recolección de datos**

Para esta investigación, se empleó el método de datos secundarios, el cual implica la revisión de registros, documentos o archivos físicos y electrónicos, es decir información con la que se dispone y que será sometida a análisis. (Hernández et al., 2010).

Los datos que se recolectaron fueron:

- Calidad composicional, expresado como el porcentaje de sólidos totales (%ST)
- Calidad higiénica expresado como el recuento de aerobios mesófilos (UFC/ml)
- Valor de pago por kg de leche cruda, en soles. (VP)

Los datos recolectados correspondieron al período comprendido entre enero del 2017 a diciembre del 2020 y fueron proporcionados dos veces al mes, por la industria, GLORIA S.A., quienes recolectan muestras del tanque de leche y realizan los análisis correspondientes.

### **3.4 Técnicas para el procesamiento de la información**

**3.4.1 Codificación:** Mediante el cual se realizará el ordenamiento y clasificación de datos en función a las variables consideradas.

#### **3.4.2 Análisis estadístico de datos:**

Los datos quincenales fueron registrados en una hoja de cálculo de Microsoft Excel (Office 2019). Luego, fueron procesados con el Software estadístico SAS versión 9.4. Se consideraron promedios mensuales, sobre los cuales se realizó un análisis de estadísticos descriptivos por año de estudio.

La diferencia entre las medias antes y después del tratamiento del agua, cumplieron el supuesto de normalidad, por lo que se utilizó la prueba t-student pareada para determinar si existe una diferencia estadísticamente significativa de la calidad higiénica (UFC/ml).

El contraste de hipótesis se basó en un análisis de correlación de Spearman, debido a que los datos no cumplen el supuesto de normalidad. Se utilizó el procedimiento PROC CORR SPEARMAN para las variables valor de pago (VP), contenido de sólidos totales (%ST) y recuento de aerobios mesófilos (UFC/ml).

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados para las variables del estudio, Calidad de leche cruda y su importancia en el valor de pago en un establo intensivo del Valle de Huaura-Sayán.

El valor de pago por kg de leche cruda está determinado por un valor base, sobre el cual se aplican criterios de bonificación (Tabla 5). Durante el período de esta investigación, el precio base por kg de leche cruda se mantuvo constante, así como las bonificaciones aplicadas por temperatura y la certificación de que el establo es libre de brucelosis y tuberculosis. Los criterios que mostraron un incremento fueron las bonificaciones relacionadas al % de ST, UFC/ml. La bonificación por programa de mejora de calidad está relacionada al contenido de UFC/ml, por lo que tuvo la misma tendencia de este criterio.

**Tabla 5.**

*Criterios aplicados para el valor de pago en S/. por kg de leche cruda en un establo intensivo del Valle de Huaura-Sayán, 2017-2020.*

<b>Criterios de Pago (S/.)</b>	<b>N</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Valor Base por kg de leche (VB)	12	1.025	1.025	1.025	1.025
• Bonificación por %ST	12	0.029	0.040	0.041	0.043
• Bonificación por UFC/ml	12	0.148	0.145	0.150	0.150
• Bonificación por Programa Mejora de Calidad	12	0.152	0.147	0.152	0.152
• Bonificación por Temperatura	12	0.020	0.020	0.020	0.020
• Bonificación por Libre de Brucelosis	12	0.010	0.010	0.010	0.010
• Bonificación por Libre de Tuberculosis	12	0.010	0.010	0.010	0.010
Valor de pago total por kg de leche (VP)	12	1.394	1.399	1.408	1.410
Valor total por bonificación (VP-VB)	12	0.369	0.374	0.383	0.385

N: Número de observaciones por año. Se consideró un valor mensual.

**Tabla 6.***Estadísticos descriptivos de los parámetros de calidad de leche cruda y valor de pago, 2017-2020.*

Año	% Sólidos Totales					Aerobios mesófilos (UFC/ml)					Valor de pago (S/. por kg de leche)					
	N	Media	±	D.E	Mín.	Máx.	Media	±	D.E	Mín.	Máx.	Media	±	D.E	Mín.	Máx.
<b>2017</b>	12	12.02	±	0.08	11.85	12.13	32690	±	14989	13169	61000	1.39	±	0.01	1.36	1.40
<b>2018</b>	12	12.18	±	0.07	12.02	12.30	70969	±	116517	12500	435500	1.40	±	0.02	1.34	1.42
<b>2019</b>	12	12.18	±	0.10	12.05	12.38	30058	±	28093	7500	101667	1.41	±	0.01	1.40	1.42
<b>2020</b>	12	12.21	±	0.15	11.98	12.46	18117	±	6238	6600	32507	1.41	±	0.01	1.39	1.43

N: Número de observaciones.

D.E: Desviación Estándar

Mín.: Valor mínimo

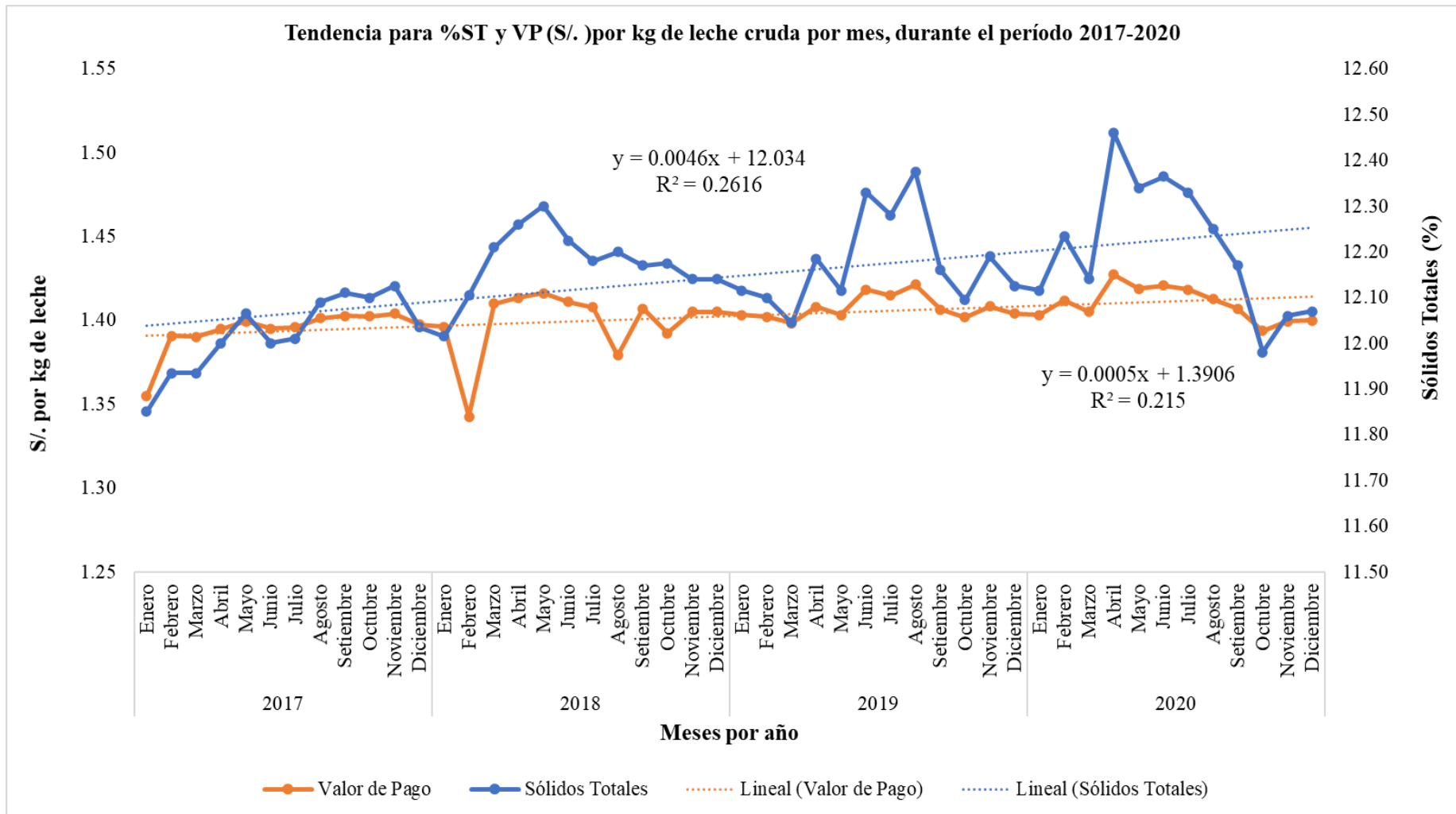
Máx.: Valor máximo

La Tabla 6 muestra los estadísticos descriptivos para calidad composicional (%ST), calidad higiénica (UFC/ml) y valor de pago por kg de leche cruda (VP) en soles, por año de estudio

#### **4.1. Tendencia del % de Sólidos Totales, 2017-2020**

Para el %ST, el valor más bajo se reportó en el año 2017 con 12.02% y el valor más alto durante el 2020 con 12.21%. El recuento bacteriano más alto se observó durante el año 2018 con 70969 UFC/ml, mientras que el más bajo en el año 2020 con 18117 UFC/ml.

La variación de los valores de pago con respecto a los sólidos totales se muestra en la Figura 4, durante el periodo 2017-2020. Se puede apreciar que el %ST tiende a disminuir en los últimos meses del año, luego comienzan a incrementar. Sin embargo, durante estos 4 años, se logró una tendencia positiva de +0.0046 en el porcentaje de ST por mes.



**Figura 4.** Tendencias para valor de pago por kg de leche y porcentaje de sólidos totales (%ST) durante el período 2017-2020.

## 4.2. Tendencia el recuento de aerobios mesófilos en UFC/ml, 2017-2020

La Figura 5 se presenta la variación del valor de pago y el recuento bacteriano, durante el período 2017 a 2020. Los valores para aerobios mesófilos mostraron una tendencia negativa de -889.34 UFC/ml por mes.

Los mayores valores se reportaron durante los años 2017, 2018 hasta mitad del 2019. A partir de ese momento, el establo comenzó a realizar un tratamiento de purificación del agua de lavado de los equipos de ordeño, utilizando peróxido de hidrógeno, con el objetivo de mejorar la calidad microbiológica del agua y lograr una disminución en el recuento de UFC/ml.

La prueba de t-student para muestras pareadas demostró que, si existen diferencias sobre el recuento de aerobios mesófilos en UFC/ml, el  $p = 0.0013$  ( $<0.01$ ) indica la existencia de diferencias altamente significativas entre las UFC/ml reportados en los meses antes y meses después con aplicación del tratamiento de purificación del agua con peróxido de hidrógeno (Tabla 7).

**Tabla 7.**

*Recuento de UFC/ml antes y después de aplicar un tratamiento con peróxido de hidrógeno al agua de limpieza.*

Tratamiento del agua	N	Media	D.E	E. E	Límite inferior al 95%	Límite superior al 95%	Valor t	Pr >  t
<b>Sin peróxido</b>	12	47528	26426	7628	30738	64318	4.29	0.0013
<b>Con Peróxido</b>	12	16487	4771	1377	13455	19518		

N: Número de observaciones (se consideró el recuento de UFC/ml de 12 meses antes sin tratamiento del agua y 12 meses después con tratamiento del agua).

D.E: Desviación Estándar

E. E: Error Estándar



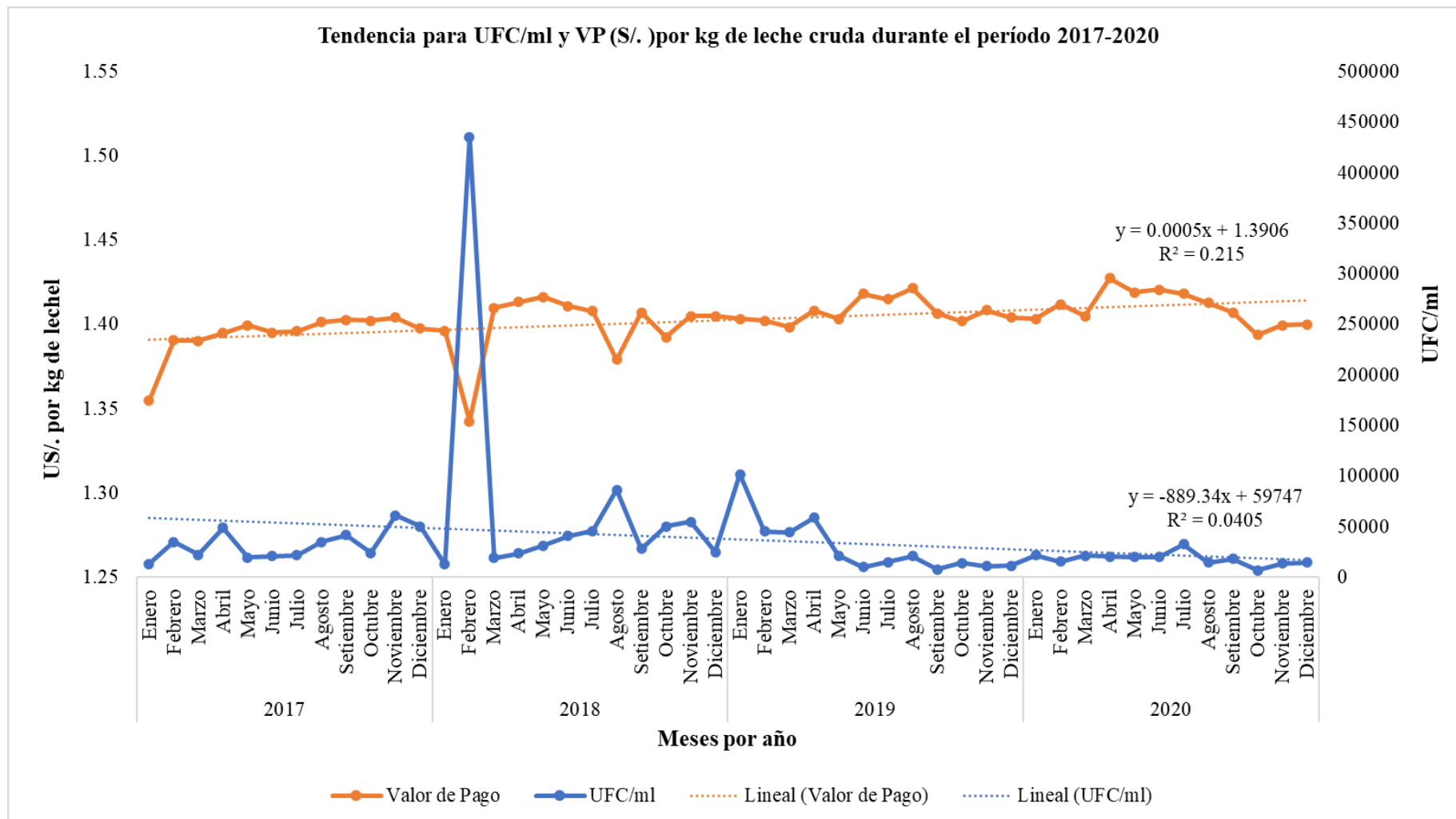


Figura 5. Tendencias para valor de pago por kg de leche y recuento bacteriano (UFC/ml) durante el período 2017-2020.

### 4.3. Valor de pago (VP) por kg de leche cruda y Sólidos totales (%ST)

Al aplicar la sentencia de PROC CORR Spearman en SAS v9.4 se obtuvo el coeficiente de correlación para el %ST y VP. Como se observa en la Tabla 7, la significancia ( $<0.0001$ ) es menor que el nivel de significación (0.05), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (hipótesis del investigador). Es decir, existe una relación entre la calidad composicional de la leche cruda con el valor de pago, expresada en % de sólidos totales, en un establo intensivo del Valle de Huaura-Sayán.

Además, la correlación de Rho de Spearman es 0.881, de acuerdo a la escala de Martínez et al. (2009), dicha correlación es positiva moderada fuerte.

**Tabla 7.**

*Correlación de Spearman para % de Sólidos totales y Valor de Pago de leche cruda*

Rho de Spearman		Valor de Pago por kg de leche	Porcentaje de Sólidos Totales
Valor de Pago por kg de leche	Coefficiente de correlación	1	0.881**
	Sig. (bilateral)		$<.0001$
	N	48	48

\*\* La correlación es significativa a nivel ( $p<0.01$ )

Autoría propia

### 4.4. Valor de pago por kg de leche cruda y Recuento de aerobios mesófilos (UFC/ml)

Al aplicar la sentencia de PROC CORR Spearman en SAS v9.4 se obtuvo el coeficiente de correlación para el recuento de UFC/ml y VP.

Como se observa en la Tabla 8, la correlación de Rho de Spearman es -0.215, de acuerdo a la escala de Martínez et al. (2009), dicha correlación es negativa y débil, es decir, existe una relación inversa entre el recuento de UFC/ml y el valor de pago. Sin embargo, la significancia (0.1428) es mayor que el nivel de significación (0.05), por lo tanto, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna (hipótesis del

investigador). Es decir, la calidad higiénica de la leche cruda, expresada con el recuento de aerobios mesófilos (UFC/ml), en un establo intensivo del Valle de Huaura-Sayán no está relacionado significativamente con el valor de pago.

**Tabla 8.**

*Correlación de Spearman para el recuento de UFC/ml y Valor de Pago de leche cruda*

<b>Rho de Spearman</b>		<b>Valor de Pago por kg de leche</b>	<b>UFC/ml</b>
<b>Valor de Pago por kg de leche</b>	<b>Coefficiente de correlación</b>	1	-0.215 (n. s.)
	<b>Sig. (bilateral)</b>		0.1428
	<b>N</b>	48	48

(n. s) La correlación no es significativa a nivel ( $p > 0.05$ )

Autoría propia

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación conducen en términos generales a establecer que, al igual que lo reportado por otros autores (Engler y Nahuelhual, 2003; Mata et al., 2015) el valor de pago por kg de leche cruda está definido por las bonificaciones y castigos que aplica la industria sobre un precio base.

#### **5.1. Tendencia del % de Sólidos Totales, 2017-2020**

Durante el período evaluado, se observaron variaciones en el %ST con un valor mínimo de 11.85% y un valor máximo de 12.46%, cumpliendo con la Norma Técnica INACAL (2016) para composición de leche cruda. Por otro lado, la tendencia fue positiva, reflejando una mejoría en el contenido de sólidos totales, pasando de un promedio anual en el 2017 de 12.02% a 12.21% en el 2020. Una tendencia positiva, pero con menores valores fue reportado por China (2017) al evaluar la tendencia del % de ST de leche proveniente de ganaderos de la zona de Cañete con un promedio anual de 11.75% en el 2011 y 11.93% en el 2015.

Diversos autores señalan que la variación en el porcentaje de sólidos totales está relacionada a diversos factores, como la raza, los cambios en los sistemas de alimentación, el impacto de los cambios estacionales y las condiciones climáticas (Campabadal, 1999; Jurado et al., 2019; Parmar et al., 2020). El clima influye en la composición de la leche cruda (Abraham & Gayathri, 2015), por ello se pueden observar caídas en el %ST en los meses de verano (enero, febrero y marzo) con un promedio de 12.07%, mientras que en los meses de otoño-invierno (abril a septiembre) se obtuvo un promedio de 12.21%.

Las caídas durante los meses calurosos se deben al estrés calórico, el cual influye en un menor consumo de materia seca (CMS) y por ende en la composición de la leche (Sunil Kumar et al., 2011). Este efecto ha sido reportado por distintos autores y países, Bernabucci et al. (2015) en Italia, reportó % de ST de 12.58 en invierno, mientras que, en

verano disminuyó hasta 11.91%. En Brasil, durante los años 2006 – 2013, Ludovico et al. (2019) demostró que el % de ST de la leche cruda de vacas Holstein disminuía conforme se incrementaba el Índice Temperatura – Humedad (ITH), con un promedio de 12.72% de ST con un ITH igual a 70 y 11.55% de ST cuando el ITH es igual o mayor a 82.

Los cambios en el patrón de alimentación debido a condiciones climáticas variables y etapas de crecimiento del forraje pueden cambiar la composición de la leche de forma frecuente. La disponibilidad de forrajes verdes es mayor en invierno que en verano (Abraham y Gayathri, 2015). Tal como lo señala Heck et al. (2009), la mayor proporción de concentrado: forraje, en la temporada de invierno se asocia con niveles más bajos de fibra y niveles más altos de almidón en la dieta. Por otro lado, en pastos frescos el contenido de ácido linolénico es más alto, y esto se asocia con la producción de ácidos grasos insaturados de cadena larga que inhiben la síntesis de ácidos grasos de *novo* en la glándula mamaria, reduciendo así el contenido de la grasa en la leche. (Baumgard et al. 2000).

## **5.2. Tendencia el recuento de aerobios mesófilos (UFC/ml), 2017-2020**

Por otro lado, el contenido de UFC/ml, también presentó variaciones durante el período de estudio, con un valor mínimo de 6600 y un valor máximo de 435 500, cumpliendo con los requisitos de la Norma Técnica INACAL (2016) que exige valores menores a 500 000 UFC/ml. La tendencia fue negativa, reflejando una mejoría en el recuento bacteriano, pasando de un promedio anual de 392 275 UFC/ml en el año 2017 a 217 408 UFC/ml en el año 2020. La misma tendencia negativa fue reportada por China (2017) al evaluar la tendencia del recuento de UFC/ml de leche proveniente de ganaderos de la zona de Cañete con un promedio anual de 486 500 y 81 000 UFC/ml en los años 2011 y 2015, respectivamente.

La tendencia para el recuento bacteriano en el establo durante el periodo de estudio fue negativa. El valor más alto reportado fue durante los primeros meses del 2018, el cual se debió principalmente a problemas con los detergentes utilizados en ese tiempo, con lo que se veía afectada la eficiencia del sistema de lavado de la sala de ordeño. Tal como lo señala Bettera et al. (2011), la calidad microbiológica del agua en los establos lecheros es

un punto crítico en las actividades realizadas durante el ordeño y puede incidir en la calidad higiénica de la leche.

Bava et al. (2011), en su estudio, el recuento de coliformes en leche superior a 1000 UFC/ml indica que el crecimiento bacteriano se está produciendo en el equipo de ordeño, confirmando las relaciones entre la contaminación de la leche y la higiene del equipo de ordeño. Existe una alta relación entre la alta presencia de coliformes totales en la leche con el uso de agua contaminada antes, durante y después ordeño. (Silva et al. 2018). Para Bettera et al. (2011), Sasakova et al. (2015) y Saavedra et al. (2019), el aumento de contenido de calcio y magnesio en el agua (dureza) puede reaccionar con los agentes de limpieza reduciendo su eficiencia, como consecuencia favorece la acumulación de agentes patógenos en las máquinas de ordeño y del tanque de almacenamiento de leche.

Durante ese mes de febrero del 2018, el establo realizó las medidas correctivas, cambiando de detergentes, disminuyendo el recuento de UFC/ml en el siguiente mes. Sin embargo, el recuento de UFC/ml podía mejorar, ya que el agua de lavado utilizado en el establo en ese momento, provenía de regadío, el cual podría no tener una calidad de agua apropiada para el lavado de los equipos de ordeño.

Legua et al. (2016) en su estudio evaluaron la calidad de las aguas con fines de riego en diferentes zonas del distrito de Vegueta, concluyendo que el agua varía de buena a inadecuada. Asimismo, Calderón (2019) indica que la Autoridad Nacional del Agua en su resultado del monitoreo participativo de la calidad de agua de la cuenca del río Huaura-2016 concluye que las aguas superficiales del río Huaura, en cuanto a los valores evaluados superan ampliamente los estándares establecidos de coliformes termo tolerantes.

Por lo tanto, es necesario realizar un tratamiento purificante para mejorar el recuento de UFC/ml, es así que, a mediados del 2019, el establo cambia la fuente de agua de lavado, pasando de utilizar agua de regadío a agua subterránea (pozos) y comienza a aplicar un tratamiento de purificación del agua con peróxido de hidrógeno, observándose una mejoría en el parámetro de UFC/ml. La prueba de t-student demostró que si existen

diferencias sobre el recuento de UFC/ml ( $p < 0.01$ ) reportados en los meses antes y meses después con aplicación del tratamiento de purificación del agua de lavado, con peróxido de hidrógeno.

Perkins et al. (2009) demostró en su investigación realizada en Canadá que la prevalencia de *E. coli* en el agua de lavado se asoció significativamente con recuentos elevados de bacterias de la leche en la leche de tanque. Por lo tanto, las superficies de ordeño deben limpiarse con un suministro de agua potable para garantizar la producción de un producto lácteo de alta calidad que sea seguro para el consumidor.

En la investigación realizada por Gleeson et al. (2013), se observó que el tratamiento de purificación del agua con adición de peróxido de hidrógeno tuvo 1580 UFC/ml, valor menor comparado con el tratamiento que sólo tenía hidróxido de sodio con 1920 UFC/ml, debido a que la aplicación fue de una vez por semana. El autor menciona que el peróxido de hidrógeno es eficaz en la oxidación de proteínas celulares y, por lo tanto, podría ser considerado como una alternativa al hipoclorito de sodio en soluciones de lavado, siendo necesario un uso diario más regular de peróxido de hidrógeno para observar un beneficio en términos de menor de conteo total de bacterias.

Saavedra et al. (2019) evaluaron la calidad microbiológica del agua de lavado utilizado en las explotaciones lecheras de Galicia (noroeste de España) reportando que los establos que no realizaban ningún tipo de purificación del agua, la prevalencia de muestras positivas para coliformes totales, coliformes fecales era de 36,7% y 13,3% respectivamente. Mientras que en establos que utilizaban peróxido de hidrógeno, estas cifras fueron 15,4% y 7,7% respectivamente.

### **5.3. Tendencia de los Valores de pago (VP) por kg de leche cruda, 2017-2020**

Los valores de pago en S/ por kg de leche cruda reportados en esta investigación, con un valor mínimo de S/1.34 y un valor máximo de S/1.43, superan a lo indicado por el MINAGRI (2017a), con precios pagados al productor en la región Lima de S/1.26 en promedio al año 2015.

García et al. (2013), señala que un programa combinado de bonificación y penalización no solo ayudaría a la industria láctea del país a lograr productos lácteos de mejor calidad, sino también a cumplir con los requisitos exigidos por las regulaciones lácteas internas. Para Saenger et al. (2013) la sanción impulsa a los agricultores a utilizar más insumos, resultando en una mejor calidad de leche. El pago de bonificación genera leche de mayor calidad. Por lo tanto, las prácticas zootécnicas deben mejorar la calidad de la leche, ya que proporciona diferencias en el valor de pago, derivado de bonificaciones, aumentando los resultados económicos financieros, mejorando la rentabilidad del sistema de producción de leche.

China (2017) observó que el recuento de UFC/ml disminuyó en la zona de Ica e Cañete, atribuyendo este descenso a que los ganaderos aprendieron que el valor de pago por kg de leche cruda depende de la calidad composicional e higiénica. Es decir, los programas de pago por calidad de leche cruda, buscan motivar a los ganaderos en mejorar la calidad de la leche.

En esta investigación, los valores de pago por kg de leche mostraron la misma tendencia estacional que los sólidos totales, presentando variaciones con un valor mínimo de S/1.34 y un valor máximo de S/1.43. Se observa caídas en los valores de pago en los meses de verano, debido a la disminución de sólidos totales. Es decir, existe un efecto estacional, siendo los valores de pago mayor en los meses de invierno y menor en los meses de verano. Resultados similares obtuvieron Roma Júnior et al. (2009) y Busanello et al. (2020), ambos autores en Brasil, reportan que hay un efecto del mes del año en el pago por calidad, debido a la diferencia en los valores de los componentes. En los meses de verano, los programas de pago basados en la calidad de la leche se vieron afectado por el aumento del recuento bacteriano total y a la disminución de proteínas, afectando significativamente el valor final que se le pagó al ganadero.

#### **5.4. Valor de pago (VP) por kg de leche cruda y Sólidos totales (%ST)**

El VP y el % de ST tienen una correlación alta y positiva de 0.88 ( $p < 0.05$ ), es decir un incremento de sólidos totales se traducen en un aumento en las bonificaciones. Por el contrario, valores menores en el %ST afectan negativamente al valor de pago. En



esta investigación, la bonificación por % de ST representó en promedio el 10% del total de las bonificaciones (S/0.38). Bandeira, citado por Roma Júnior et al. (2009) indica una bonificación del 6% por cada punto porcentual adicional mayor a 3.40% de grasa y 3.05% de proteína en establecimientos lecheros en Brasil.

Resultados similares son reportados por Mata et al. (2015), quienes obtuvieron que las mayores pérdidas en las bonificaciones se relacionan de manera negativa con los porcentajes de proteína en leche ( $r = -0,64$ ) y de grasa butirosa ( $r = -0,47$ ), es decir, menores valores de proteína y grasa ocasionan menores valores de pago debido a mayores pérdidas en las bonificaciones.

Por otro lado, Gooderham (2019) reafirma que son predominantemente los sólidos adicionales los que continúan impulsando el precio promedio de la leche que se paga en Reino Unido, los sólidos más altos agregan otro 1.0ppl (pence per litre ó Peniques de libra esterlina por litro) al precio promedio pagado, siendo 1ppl equivalente a S/ 0.04. Según este autor el pago en su país por litro de leche es de 29.35 ppl, equivalente a S/1.40 (IFCmarkets, 2021). La misma metodología de pago se observa en países como Uruguay y Nueva Zelanda, cuyo destino principal es el mercado internacional, buscando incentivar la producción de sólidos totales. (Infortambo, 2021).

### **5.5. Valor de pago por kg de leche cruda y Recuento de aerobios mesófilos (UFC/ml)**

La correlación de Rho de Spearman para las UFC/ml y VP, fue de -0.215, un valor negativo y débil, con una significancia de  $p > 0.05$ , por lo que no se puede afirmar que existe una relación significativa entre ambas variables. Mata et al. (2015), obtuvieron una correlación positiva de 0.90 para las pérdidas en bonificaciones con el aumento de UFC, es decir, a mayor recuento bacteriano, existen mayores pérdidas en las bonificaciones. Mientras que, Busanello et al. (2020), reportó una correlación negativa de -0.66 entre el pago basado en calidad de leche y el recuento bacteriano total.

En nuestro país, la industria califica la leche de calidad A++, cuando los valores UFC/ml se encuentran entre 0 a 80 000. La bonificación por UFC/ml representa el 39%

del total de bonificaciones, sin embargo, su efecto en el valor total no se aprecia debido a que los valores en recuentos de UFC/ml durante todo el periodo de estudio se mantuvieron dentro del rango que califica la leche como A++. Es decir, si el establo disminuye más el recuento bacteriano, la bonificación será la misma. Lo contrario sucede con el %ST, que al incrementar también incrementa la bonificación, ya que para este parámetro no existen rangos que limiten el % de sólidos totales. Bandeira, citado por Roma Júnior et al. (2009) indica una bonificación del 4% para recuentos menores a 25 000 UFC/ml, y una penalidad del 5% a recuentos mayores de 200 000 UFC/ml en establecimientos lecheros en Brasil.

En el año 2018, donde se reportó valores más altos con un promedio de 70 969 UFC/ml se observó una ligera disminución en la bonificación por UFC/ml y bonificación por programa mejora de calidad con S/ 0.145 y S/ 0.147 en promedio. Los valores de UFC/ml obtenidos en esta investigación son mejores si son comparados con lo reportado por Mata et al. (2015) en Argentina, donde observó pérdidas en las bonificaciones por altos valores de recuentos de UFC/ml mayores a 200 000.

Finalmente, Paixão et al. (2017) en su investigación, indica que la producción de leche de calidad, con un mayor estándar de higiene, depende de los planes estratégicos que establezcan los ganaderos y de la conciencia que tome con respecto al pago de bonificaciones. Por ello, es importante el rol que cumplen los profesionales dedicados al sector pecuario en la motivación a los pequeños, medianos y grandes productores de leche cruda, sobre las bonificaciones y las ventajas que tienen en sus ingresos económicos y también en la salud del consumidor al producir leche de buena calidad composicional e higiénica.

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1 Conclusiones**

Según las condiciones del establo evaluado, se puede concluir:

- Los resultados obtenidos en esta investigación demuestran la importancia de establecer estrategias para mejorar los aspectos composicionales e higiénicos de la leche.
- El valor de pago está relacionado significativamente con la calidad nutricional de la leche expresada en % de Sólidos Totales.
- El valor de pago no está relacionado significativamente con la calidad higiénica de la leche expresada en el recuento de aerobios mesófilos en UFC/ml.
- El tratamiento para la purificación del agua de lavado, con peróxido de hidrógeno tuvo un efecto significativo en el recuento de aerobios mesófilos en UFC/ml.

#### **6.2 Recomendaciones**

- El establo debe realizar pruebas microbiológicas al agua que utiliza para la limpieza de la sala de ordeño y equipos, con la finalidad de tener parámetros confiables que permitan mejorar la eficiencia en la limpieza y seguir mejorando la calidad higiénica de la leche.
- Se sugiere realizar trabajos de investigación evaluando la calidad microbiológica del agua de lavado, así como la evaluación de los compuestos utilizados para la purificación del agua.
- Es importante que los productores y la industria lechera tengan en cuenta la variación en la composición de la leche y el pago debido a la estacionalidad para incrementar los valores de las bonificaciones y establecer precios justos.



## REFERENCIAS

### 7.1 Fuentes documentales

- Alvarado, T. (2017). *Prácticas de manejo de ordeño, acopio y su Importancia en la calidad de la leche – Matahuasi, Concepción y Apata – Junín* (tesis de posgrado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.
- Bernaola, V., Chávez, G., Flores, L. & Martínez, E. (2019). *Identificación y análisis de conflictos entre los actores de la cadena de suministros de la leche en el Perú* (tesis de posgrado). Universidad ESAN, Lima, Perú.
- Cabezas, L. (2019). *Influencia de las prácticas de ordeño sobre la calidad de leche de fincas ganaderas de la provincia de Pichincha*. (tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Calderón, I. (2019). *Evaluación microbiológica del agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico, distrito de Hualmay - 2018*. (Tesis posgrado). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú.
- China, J. (2017). *Tendencias anuales en las características de sólidos totales y microbiológicas de la leche fresca en la Costa central del Perú*. (trabajo monográfico pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- De la Sota, C. (2016). *Relación de los parámetros físico-químicos e higiénicos de leche fresca con el rendimiento de productos lácteos en las provincias de Concepción y Jauja, Junin* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima.
- Escanta, N. & Ramírez, K. (2019). *Caracterización de los parámetros de calidad composicional, higiénica y sanitaria de la leche bovina de la Sierra norte del Ecuador entre los años 2014 al 2018*. (tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

Fienco, D. (2013). *Evaluación del proceso sanitario del ordeño y control de calidad de la leche cruda procedente de los centros de acopio de las parroquias El Chaupi y El Pedregal pertenecientes al Cantón Mejía que proveen a la empresa El Ordeño* (tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

Núñez, M., Sotomayor, J. & Domenech, M. (2008). *Determinación de los costos de calidad en el proceso productivo de la leche* (tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica del litoral, Ecuador.

Viera, M. (2013). *Parámetros de calidad de leche de vacuno en los distritos de apata, Matahuasi y Concepción en el Valle del Mantaro* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima.

Villacrés, S. (2018). *Evaluación del sistema de gestión de calidad de leche en unidades productivas y centros de acopio de los cantones de Mejía, Rumiñahui* (tesis de pregrado). UDLA, Ecuador.

## **7.2 Fuentes bibliográficas**

Dairy Australia (2016). *Australian dairy hygiene handbook*. Australia. Recuperado de [dairyaustralia.com.au](http://dairyaustralia.com.au)

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: Editorial Mc Graw Hill.

INACAL. (2016). Norma Técnica Peruana: Leche y productos lácteos, leche cruda, requisitos. Lima, Perú.

Ministerio de Agricultura y Riego. MINAGRI. (2017a). *Estudio de la ganadería lechera en el Perú. Análisis de su estructura, dinámica y propuestas de desarrollo*. Lima, Perú.

Ministerio de Agricultura y Riego. MINAGRI. (2017b). *Diagnóstico de crianzas priorizadas para el Plan ganadero 2017-2021*. Lima, Perú.

Ministerio de Agricultura y Riego. MINAGRI. (2020). *Boletín estadístico mensual: El Agro en cifras, mes: diciembre 2019*. Lima, Perú.

Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura y Federación Internacional de la leche. FAO y FIL. (2012). *Guía de buenas prácticas en explotaciones lecheras*.

Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura y Organización Mundial de la Salud. FAO y OMS. (2011). *Codex Alimentarius: Leche y productos lácteos*.

### **7.3 Fuentes hemerográficas**

Abraham, B.L. & Gayathri, S.L. (2015). Milk composition of crossbred and desi cattle maintained in the sub-tropical high ranges of Kerala. *Ind. J. Vet. & Anim. Sci. Res.*, 44 (1), 53-55.

Acevedo, N. & Dávalos, J. (2019). Análisis socioeconómico de la certificación de la calidad de leche bovina con productores de Jalisco, México. *RLRRI*, 3(3), 29-38.

Agudelo, D. & Bedoya, O. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Lasallista de investigación*, 2(1), 38-42.

Baumgard, L.H., Corl, A.B., Dwyer, D.A., Saebø, A. & Bauman, D.E. (2000). Identification of the conjugated linoleic acid isomer that inhibits milk fat synthesis. *Am. J. Physiol. Regulatory Integrative Comp. Physiol.*, 278,R179-R184.

Bava, L., Zucali, M., Sandrucci, A., Brasca, M., Vanoni, L., Zanini, L. & Tamburini, A. (2011). Effect of cleaning procedure and hygienic condition of milking equipment on bacterial count of bulk tank milk. *Journal of Dairy Research*, 78, 211-219

- Bernabucci, U., Basiricò, L., Morera, P., Dipasquale, D., Vitali, A., Piccioli, F. & Calamari, L. (2015). Effect of summer season on milk protein fractions in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 98,1815–1827.
- Bettera, S.G., Dieser, S.A., Vissio, Cl., Geuna, G., Días, C., Larriestra, A.J., Odierno, L. & Frigerio, C. (2011). Calidad microbiológica del agua utilizada en establecimientos lecheros de la zona de Villa María (Córdoba). *Revista Argentina de Microbiología*,43, 111-114.
- Brousett, M., Torres, A., Chambi, A., Mamaní, B. & Gutiérrez, H. (2015). Calidad fisicoquímica, microbiológica y toxicológica de leche cruda en las cuencas ganaderas de la región Puno – Perú. *Scientia Agropecuaria*, 6(3), 165-176.
- Busanello, M., Haygert-Velho, I., Piuco, M., Heck, V., Stürmer, M., Cosmam, L., & Velho, J. (2020) en su trabajo de investigación: Relationship between seasonal variation in the composition of bulk tank milk and payment based on milk quality. *Slovak J. Animal. Sci.*, 53(3),132-144.
- Cerón, M., Chaves, F. & Palacios, L. (2016). Paradigma de la valoración de pago de la leche cruda: calidad composicional, higiénica y sanitaria en Colombia. *Livestock Research for Rural Development*, 28(11).
- Engler, A., & Nahuelhual, L. (2003). Influencia del mercado internacional de lácteos sobre el precio nacional de la leche: un análisis de cointegración. *Agricultura Técnica*, 63(4).
- García, B., Hauber, A.H. & dos Santos, M. (2013). Quality based payment program and milk quality in dairy cooperatives of Southern Brazil: an econometric analysis. *Sci. Agric.*, 70(1), 21-26.
- García, C., Montiel, R. & Borderas, T. (2014). Grasa y proteína de la leche de vaca: componentes, síntesis y modificación. *Arch. Zootec*, 63(R), 85-105.



- Gleeson, D., O'Brien, B. & Jordan, K. (2013). The effect of using nonchlorine products for cleaning and sanitising milking equipment on bacterial numbers and residues in milk. *International Journal of Dairy Technology*, 66(2), 182-188.
- Hazard, S. & Christen, M. (2006). Composición y calidad de la leche. *Tierra Adentro, Enero-Febrero*, 34-35.
- Heck, J.M.L., van Valenberg, H. J. F., Dijkstra, J. & van Hooijdonk, A.C.M. (2009). Seasonal variation in the Dutch bovine raw milk composition. *J. Dairy Sci.* 92, 4745–4755.
- Jurado, H., Muñoz, L., Quitiaquez, D., Fajardo, C. & Insuasty, E. (2019). Evaluación de la calidad composicional, microbiológica y sanitaria de la leche cruda en el segundo tercio de lactancia en vacas lecheras. *Rev Med Vet Zoot*, 66(1), 53-66.
- Legua, J.A., Gálvez, E.G., Ramos, R.L., Vélez, Y.J. & Fernández, F. (2016). Evaluación de las fuentes de aguas subterráneas y la situación actual de su almacenamiento y calidad en el distrito de Vegueta 2012 - 2013. *Big Bang Faustiniiano*, 5(4), 44-48.
- Ludovico, A., Trentin, M. & Rêgo, F.C.A. (2019). Fontes de variação da produção e composição de leite em vacas Holandesa Jersey e Girolando. *Arch. Zootec.* 68 (262), 236-243.
- Martínez, M. & Gómez, C. (2013). Calidad composicional e higiénica de la leche cruda recibida en industrias lácteas de Sucre, Colombia. *Bioteconología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(2), 93-100.
- Mata, H., Larrea, A., Giorgis, A., Alday, J., Benito, J., Meglia, G., Ferran, A. & Rossetto, M. (2015). Pérdidas de bonificaciones por calidad higiénica-sanitaria de leche entregada en tambos de la provincia de La Pampa. *Ciencia Veterinaria*, 17(1), 1515-1883.
- Paixão, M.G., Lopes, M.A., da Costa, G.M., de Souza, G.N., de Abreu, L.R. & Pinto, S.M. (2017). Milk quality and financial management at different scales of

- production on dairy farms located in the south of Minas Gerais state, Brazil. *Rev. Ceres, Viçosa*, 64(3), 213-221.
- Parmar, P., Lopez, N., Tobin, J., Murphy, E., McDonagh, A., Crowley, S., Kelly, A. & Shalloo, L. (2020). The Effect of Compositional changes due to seasonal variation on milk density and the determination of season-based density conversion factors for use in the Dairy Industry. *Foods*, 9(1004).
- Perkins, N.R., Kelton, D.F., Hand, K.J., MacNaughton, G., Berke, O. & Leslie, K.E. (2009). An analysis of the relationship between bulk tank milk quality and wash water quality on dairy farms in Ontario, Canada. *J. Dairy Sci.*, 92, 3714–3722.
- Roko, X., Shehu, F., Maci, R., Bijo, B., Bega, F. & Stefi, G. (2016). Hygienic Control of Raw Milk from Small Farms. *Albanian j. agric. Sci.*, 15(1), 45-48.
- Roma Júnior, L.C., Montoya, J.F.G., Martins, L.D., Cassoli, L.D. & Machado, P.F. (2009). Sazonalidade do teor de proteína e outros componentes do leite e sua relação com programa de pagamento por qualidade. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 61(6), 1411-1418.
- Saavedra, F.J., Yus, E. & Diéguez, F.J. (2019). Microbial wash water quality on dairy farms from Galicia (NW Spain). *IWA Publishing*, 19.8, 2214-2221.
- Saenger, C., Qaim, M., Torero, M. & Viceisza, A. (2013). Contract farming and smallholder incentives to produce high quality: experimental evidence from the Vietnamese dairy sector. *Agricultural Economics*, 44, 297-308.
- Sasakova, N., Gregova, G., Venglovsky, J., Papajova, I., Nowakowicz-Debek, B. & Bozakova, N. (2015). Hygiene aspects of drinking water sources used in primary milk production. *Modern Environmental Science and Engineering*, 1(6), 311-317.

Silva, C.G., Alessio, D.R.M., Knob, D.A., d'Ovidio, L., & Thaler, A. (2018). Influência da sanificação da água e das práticas de ordenha na qualidade do leite. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 70(2), 615-622.

Sunil Kumar, B.V., Kumar, A. & Kataria, M. (2011). Effect of heat stress in tropical livestock and different strategies for its amelioration. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 7(1), 45-54.

Villa, D., Mejía, T., Toledo, N. & Briones, J. (2018). Efecto de la variación de la temperatura en la calidad de la leche. *Olimpia*, 15(50).

#### **7.4 Fuentes electrónicas**

Campabadal, C. (1999). *Factores que afectan el contenido de solidos de la leche*. Recuperado de [https://revistas.ucr.ac.cr › articlePDF](https://revistas.ucr.ac.cr/articlePDF)

Celis, M. & Juárez, D. (2009). *Microbiología de la Leche*. Recuperado de <https://www.edutecne.utn.edu.ar>

De los Reyes, G., Molina, B. & Coca, R. (2010). *Calidad de la leche cruda*. Recuperado de <https://www.uv.mx>

Dirección General de Promoción Agraria. DGPA. (2005). *Aspectos nutricionales y tecnológicos de la leche*. Recuperado de <https://www.2.congreso.gob.pe>

Gooderham, C. (2019). *Milk quality boost to milk prices in October*. Recuperado de <https://ahdb.org.uk/>

Holstein Foundation. (2017). *Milking and Lactation*. Recuperado de [www.holsteinfoundation.org](http://www.holsteinfoundation.org)

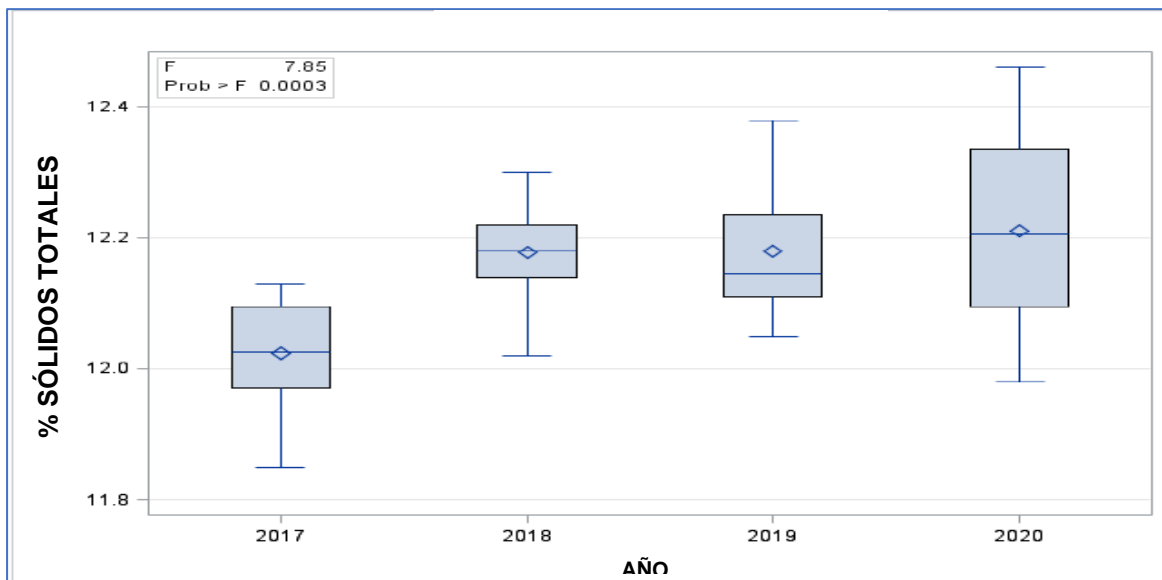
Infortambo (2021). *Como son los sistemas de pago de leche al productor que existen en el mundo*. Recuperado de <https://www.infortambo.com>

Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura, FAO. (2020).

*Portál lácteo: Calidad y evaluación.* Recuperado de <http://www.fao.org>

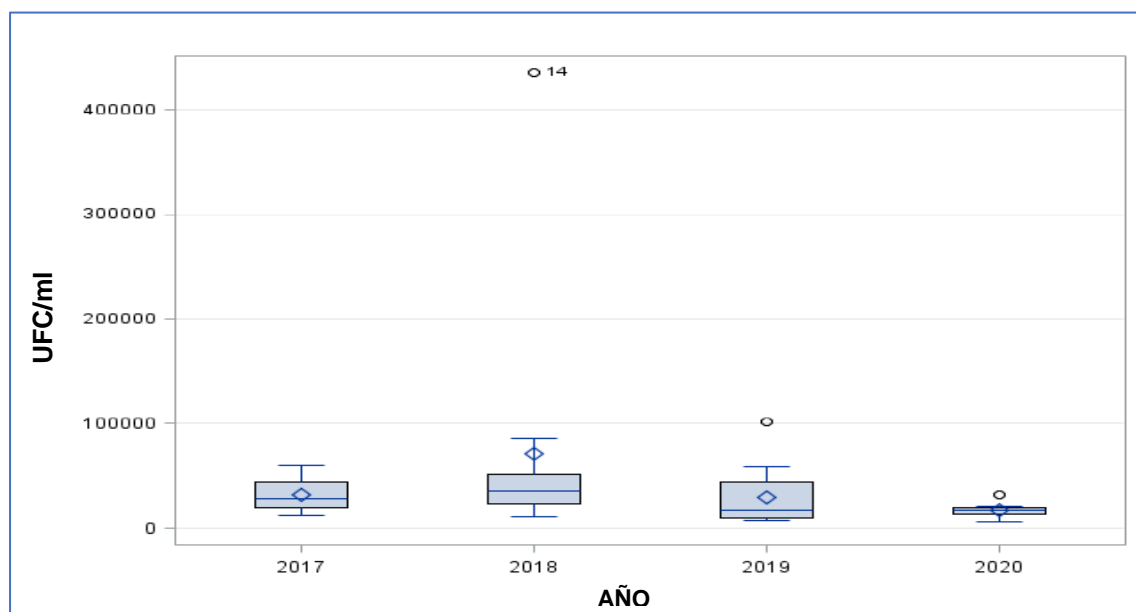
## ANEXOS

**Anexo 1.** Prueba de normalidad y distribución de porcentaje de sólidos totales por año de investigación.



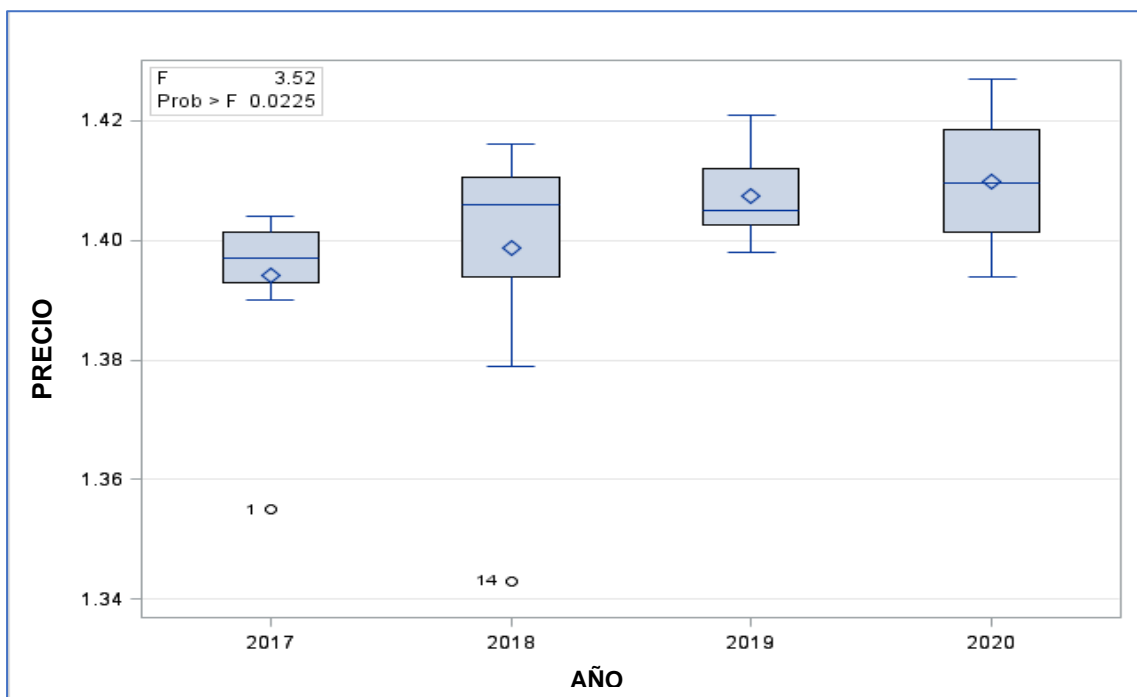
Tests para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.994444	Pr < W	0.9983
Kolmogorov-Smirnov	D	0.059178	Pr > D	>0.1500
Cramer-von Mises	W-Sq	0.019744	Pr > W-Sq	>0.2500
Anderson-Darling	A-Sq	0.127674	Pr > A-Sq	>0.2500

**Anexo 2.** Prueba de normalidad y distribución de UFC/ml por año de investigación.



Tests para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.471577	Pr < W	<0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D	0.299106	Pr > D	<0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq	1.177786	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sq	6.524254	Pr > A-Sq	<0.0050

**Anexo 3.** Prueba de normalidad y distribución de valor de pago (S/.) por año de investigación.



Tests para normalidad				
Test	Estadístico		p valor	
Shapiro-Wilk	W	0.819795	Pr < W	<0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D	0.155871	Pr > D	<0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq	0.259901	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sq	1.835431	Pr > A-Sq	<0.0050

**Anexo 4.** Procedimiento de T pareada en SAS (PROC TTEST)

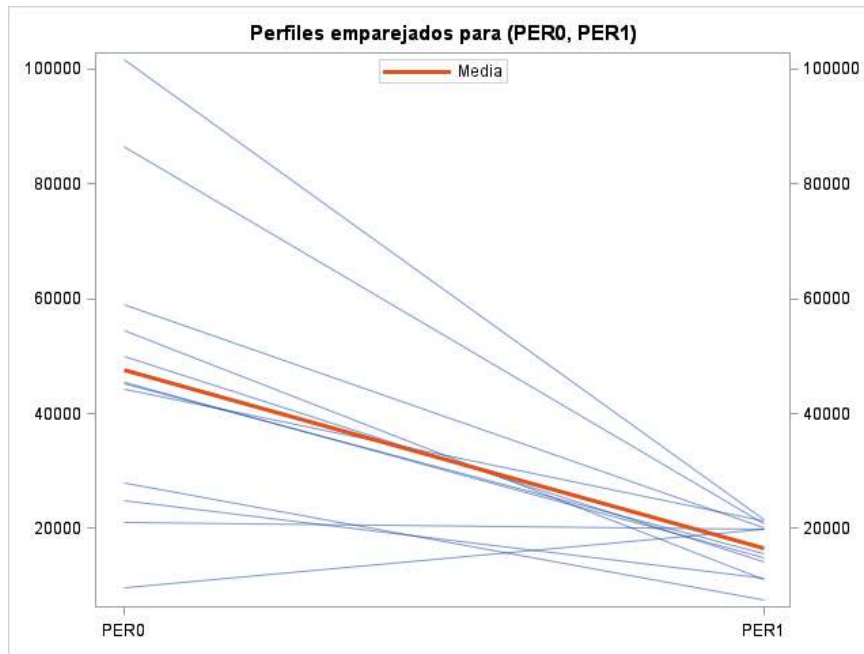
Variable	N	Número de valores ausentes	Media	Dev std	Error estándar	CL inferior al 95% para la media	CL superior al 95% para la media	Mediana	Mínimo	Máximo	Rango intercuartil
PER0	12	0	47528.00	26425.75	7628.46	30737.88	64318.12	45403.50	9744.00	101667.00	30387.00
PER1	12	0	16486.67	4771.32	1377.36	13455.11	19518.22	17642.50	7500.00	21625.00	7789.50

Diferencia: PER0 - PER1

N	Media	Dev std	Err std	Mínimo	Máximo
12	31041.3	25054.5	7232.6	-10205.0	80042.0

Media	Media de CL al 95%	Dev std	Dev std de CL al 95%
31041.3	15122.5	46960.2	25054.5

DF	Valor t	Pr >  t
11	4.29	0.0013



**Anexo 5.** Correlación de Spearman en SAS (PROC CORR).

Estadísticos simples						
Variable	N	Media	Dev std	Mediana	Mínimo	Máximo
SOL	48	12.14792	0.12512	12.13500	11.85000	12.46000
UFC	48	37959	61851	21686	6600	435500
PRECIO	48	1.40252	0.01465	1.40350	1.34300	1.42700

Coeficientes de correlación Spearman, N = 48 Prob >  r  suponiendo H0: Rho=0			
	SOL	UFC	PRECIO
SOL	1.00000	-0.04790 0.7465	0.88149 <.0001
UFC	-0.04790 0.7465	1.00000	-0.21472 0.1428
PRECIO	0.88149 <.0001	-0.21472 0.1428	1.00000