

## **I. INTRODUCCIÓN:**

### **1.1 Problema de la Investigación**

La leche constituye un alimento fundamental y básico en la alimentación humana, los criterios de calidad garantizan la seguridad alimentaria, generalmente la leche contiene pocas bacterias al extraerla de la ubre de una vaca sana, sin embargo, durante el ordeño, la leche se puede contaminar a partir del animal, especialmente de las zonas externas de la ubre y áreas próximas; del medio ambiente, desde el estiércol y el suelo, así como del lecho en el que descansan los animales, y a través del polvo, aire, agua e insectos (particularmente moscas). Probablemente, las dos fuentes de contaminación más significativas sean el equipo y utensilios, utilizados para su obtención y recolección, así como las superficies que entran en contacto con la leche, incluidas las manos de los ordeñadores y demás personal (Reyes 2003).

Además, determinadas situaciones fisiológicas y patológicas de los animales, así como contaminación de la leche, producen modificaciones en su composición físico - química, dando lugar a leches anormales con alteraciones en el contenido de sólidos, cloruro sódico y ácido láctico; en la densidad y acidez. Por lo que la determinación de variaciones en los parámetros físico - químicos de la leche pueden estar también relacionados con alteraciones en la calidad de la leche (Universidad de Murcia 2010).

La leche cruda debe estar exenta de color, olor, sabor y consistencia extraños a su naturaleza y debe cumplir con los siguientes requisitos físico - químicos densidad min 1.0296 gr/ml máx. 1.0340 gr/ml, sólidos solubles min 8.2, acidez expresada en gr de ácido láctico/ 100gr de leche min 0.14 máx. 0.18, prueba del alcohol no coagulable, prueba de la reductasa min 3 horas. (NTP 202.001: 2003)

En la región Cajamarca, los ganaderos dedicados a la producción de leche realizan inadecuadas prácticas de higiene durante el ordeño, una deficiente sanidad, mala alimentación del ganado vacuno y usan un mal ambiente de ordeño, modificando las características físico - químicas, microbiológicas,

y organolépticas en la leche recién ordeñada, alterando su composición inicial, por consiguiente la calidad disminuye.

Por tal motivo lo que se desea en el presente trabajo es corroborar lo manifestado por Reyes (2003), por la Universidad de Murcia (2010), por la Norma Técnica Peruana (2003) y determinar si la leche producida en el valle de Cajamarca es o no de buena calidad, según los valores obtenidos a partir de las pruebas realizadas, para posteriormente realizar planes y proyectos adecuados para mejorar la calidad de la leche.

## **1.2 Formulación del Problema**

- ¿Cuáles son los parámetros físico-químicos de calidad de leche fresca en la producción de leche en el valle de Cajamarca?

## **1.3 Hipótesis de la investigación**

Los parámetros físico-químicos de calidad de la leche fresca en el Valle de Cajamarca tales como sólidos solubles, acidez, densidad, pH, prueba del alcohol, prueba de la reductasa cumplan con los estándares establecidos por la Norma Técnica Peruana.

## **1.4 Objetivo de la investigación**

- ❖ Determinar los parámetros físico-químicos de calidad de leche fresca en el valle de Cajamarca.

## **1.5 Objetivos específicos**

- ❖ Realizar los análisis físico – químicos de las muestras de leche fresca de los diferentes establos del valle de Cajamarca.
- ❖ Comparar la calidad de leche que se obtiene del ordeño en el valle de Cajamarca con los estándares propuestos por la Norma Técnica Peruana.

## **II. JUSTIFICACIÓN:**

La leche constituye una secreción de las glándulas mamarias de los mamíferos (Alais, 1980) y ha de ser recogida higiénicamente y no debe de contener calostro (Veisseyere, 1980). Desde el momento de su producción, está expuesta a que se le agreguen un sin número de agentes microbianos (Keating 2002) porque es un alimento altamente nutritivo.

El Perú es un país donde la actividad lechera es importante dentro del contexto socio-económico debido a que existe un gran porcentaje de población que se dedica a esta actividad.

La producción de leche fresca cruda en el Perú experimenta un crecimiento sostenido en los últimos años, al haberse incrementado de 830,146 toneladas en 1994 a 1'705,719 toneladas en el 2008, lo que representa una tasa de expansión anual de 5.07%. Siendo Cajamarca el segundo lugar entre las principales regiones productoras de leche, con una producción de 1'798,864 toneladas (Ministerio de Agricultura 2009).

La leche fresca que se produce en la Región de Cajamarca, así como en el país, se destina en mayor medida a las plantas procesadoras (para uso industrial en la elaboración de los diferentes derivados lácteos); y también a programas sociales, porongueros para venta directa al menudeo, autoconsumo, agroindustria rural (quesos) y terneraje (Ministerio de Agricultura 2008). El manejo de la calidad de leche cruda es un factor fundamental ya que nos permitirá lograr un adecuado desempeño en las cadenas de suministro de productos lácteos, lamentablemente en el Perú la mayoría de productores no realizan las adecuada práctica higiénicas durante el ordeño, ni cuentan con sistemas de refrigeración inmediatos, provocando una baja calidad y poca aceptabilidad para el consumidor final.

Los problemas de calidad de leche está recibiendo una mayor atención tanto a nivel nacional como a nivel mundial, por lo que los productores deberían considerar obtener una leche de alta calidad. Por lo tanto es de suma importancia realizar un estudio que nos permita analizar las condiciones en las cuales se encuentra la leche cruda en Cajamarca.

En este presente trabajo se trata de determinar la calidad de la leche a través de los análisis físico – químico, que se obtiene a nivel de establo como materia prima en el Valle de Cajamarca.

### **III. REVISIÓN LITERARIA**

La leche es un líquido blanco y opaco de composición compleja, sabor ligeramente dulce y un pH casi neutro. Es una suspensión de materia proteica en un suero constituido por una solución que contiene principalmente lactosa y sales minerales (Alais 1986).

La palabra o termino leche se utiliza generalmente para el producto de origen vacuno; cuando se quiere referir a la leche de otro origen se nombra el mamífero del cual proviene (leche de cabra, leche de oveja, leche humana, etc.). Científicamente, podemos definir a la leche, como la secreción de pH neutro (6,5 a 6,7) de la glándula mamaria de los mamíferos. Se trata de una emulsión de grasas en agua, estabilizada por una dispersión coloideal de proteínas en una solución de sales, vitaminas, péptidos, lactosa, oligosacáridos, caseína y otras proteínas. La leche también contiene enzimas, anticuerpos, hormonas, pigmentos (carotenos, xantofilas, riboflavina), células (epitetales, leucocitos, bacterias y levaduras), dióxido de carbono, oxígeno (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>) y nitrógeno. Por eso desde el punto de vista químico la leche constituye un sistema complejo (Hernández 2009).

#### **3.1 Características organolépticas de la leche fresca de vaca**

Según INDECOPI 2010, la leche cruda deberá estar excenta de color, olor, sabor y consistencia, extraños a su naturaleza.

##### **3.1.1 Aspecto**

La leche fresca es de color blanco aporcelanada, presenta una cierta coloración crema cuando es muy rica en grasa. La leche descremada o muy pobre en contenido graso presenta un blanco con ligero tono azulado (Nasanovsky y Garijo 2006).

##### **3.1.2 Color**

Además Nasanovsky y Garijo (2006), menciona que el color es una propiedad de la materia directamente relacionada con el espectro de la luz, y que por lo tanto, se puede medir físicamente en términos de su energía radiante o intensidad y por su longitud de

onda. El color es muy importante, ya que es el primer contacto que se tiene con los alimentos, los que en su forma natural o procesada tienen un color característico. La leche es una sustancia blanca amarillenta y opaca, la tonalidad amarillenta es más o menos intensa, porque se debe a un pigmento o materia colorante, que a su vez depende de su alimentación de las vacas, cuando se alimentan de forrajes secos es más blanca que cuando los animales pastan o consumen hierva fresca.

- ✓ Color verde, está contaminada de estiércol seguramente.
- ✓ Color azulado es leche descremada o la aguaron.
- ✓ Color café, es la que se observa en la leche esterilizada por los métodos clásicos.

### **3.1.3 Olor**

Cuando la leche es fresca casi no tiene un olor característico, pero adquiere con mucha facilidad el aroma de los recipientes en los que se la guarda; una pequeña acidificación ya le da un olor especial al igual que ciertos contaminantes. La leche no debe tener un olor a estiércol (establo) o ácida, hay que tomar en cuenta que el animal que la produce, aunque tal aroma desaparece con la aireación, y a medida que transcurre más tiempo desde que fue ordeñada toma un olor ácido y con la ebullición a cocido, el olor depende de las condiciones de los animales, pues cuando están en período avanzado de lactación, es fácil que resulte algo rancio o salino a causa de que la leche ofrece mayor cantidad de la diastasa llamada lipasa en el primer caso y en segundo por contener mayor cantidad de cloruro de sodio que lo normal. También puede haber aromas anormales provocados por la alimentación, por la proximidad de sustancias fuertes como petróleo, creolina, etc. El estudio del olor de los productos, resulta verdaderamente difícil debido a su gran complejidad, los mecanismos de percepción de este son también muy complejos para que podamos percibir un olor, la molécula del olor debe de ser volátiles y además existir una corriente de aire para

que transporte a los centros olfativos de la nariz (Nasanovsky y Garijo 2006).

### **3.1.4 Sabor**

Según Nasanovsky y Garijo (2006), la leche fresca tiene un sabor ligeramente dulce, dado por su contenido de lactosa. Por contacto, puede adquirir fácilmente el sabor de hierbas. La leche suele tener un sabor más o menos dulce, dependiendo de la alimentación que se le da al ganado, porque la alfalfa, trébol, remolacha así como las tortas oleaginosas que se utilizan como piensos comunican diferentes gustos a la leche, el calentamiento modifica el sabor, de la misma manera que cambia el color y hasta el aroma. Por mucho tiempo se han definido como sabores primarios o básicos, el ácido, el amargo, el salado y el dulce, por lo que el fenómeno de la sensación del sabor se considera tetra dimensional. Pero este concepto no es totalmente aceptado y se piensa que el sabor es un fenómeno mucho más complejo.

Además menciona que en el proceso de percepción de sabores de una determinada sustancia influyen varios factores, como son la temperatura, la textura del sistema en que se encuentran y la presencia de otros componentes.

## **3.2 Composición de la leche fresca de vaca**

### **a. Proteína**

Las proteínas de la leche son una parte esencial de nuestra dieta, son moléculas gigantes formadas por unidades más pequeñas llamadas aminoácidos alrededor de 100 a 200 aminoácidos unidos en promedio, los niveles de proteína en la leche de vaca se encuentra en un rango de 2,5 a 3,5%. Este nutriente es el que le da el color característico a la leche y se encuentra formando un sistema coloidal estable asociado al calcio, fósforo y magnesio. Está constituido por; 78% de caseína en sus formas Alfa, Beta y Kappa; 17% por las proteínas del suero, como son Alfa y Beta lactoglobulina, inmunoglobulina y seroalbúmina y 5%

de sustancias nitrogenadas no protéicas como urea y aminoácidos libres (Vargas 1999).

Alais (1980), menciona además que las propiedades de las proteínas se derivan a la vez de su composición y de una particular estructura espacial, se pueden distinguir tres tipos de proteínas en la leche, que son la caseína entera, las proteínas del lactosuero o proteínas solubles y las proteasas – peptonas.

Además indica que la caseína entera: es un complejo de proteínas fosforadas y constituye la parte nitrogenada más característica de la leche; no existe ninguna sustancia parecida. La caseína tiene la particularidad de precipitar o coagularse solo cuando se acidifica la leche a pH de 4.6. Por ello se la ha llamado proteína insoluble de la leche.

Las proteínas del lacto-suero o proteínas solubles: son las más abundantes, entre ellas tenemos la Beta lacto-globulina que es una proteína que forma parte del suero de la leche y tiene la particularidad de reaccionar el aminoácido sulfurado de dicha proteína con otros componentes de la leche a temperaturas mayores de 60 °C; Alfa lacto-globulina; Alfa lacto-albúmina que es una proteína que está presente en todos los mamíferos y juega un papel importante en la ubre de la vaca durante la síntesis o formación de la lactosa; y el grupo de las inmunoglobulinas que son proteínas muy complejas, contienen lactoferrina y lactoperoxidasa que son sustancias muy utilizadas en la medicina y en la Industria alimentaria. Todas estas proteínas del lacto-suero se solubilizan por el calor antes de los 100 °C (Alais 1980).

Las proteasas – peptonas: son sustancias glicoprotéicas con un volumen molecular intermedio entre el de las proteínas y el de los péptidos. En la leche abundan poco (Alais 1980).

## b. Grasa

Vargas (1999) menciona que el contenido de grasa en la leche de vaca es variable 2,5 a 5,0% y se encuentra como emulsión formando glóbulos de dos a cuatro micras de diámetro. Está constituido por el 97 a 98% de triglicéridos, de 0,8 a 1,0% de fosfolípidos y un 1% de grasas insaponificables.

En la tabla 01 Salhuana (2008) muestra el porcentaje de ácidos presentes en la leche fresca de vaca.

**TABLA 01:** Principales ácidos grasos en la grasa de la leche

| <b>ACIDO GRASO</b>  | <b>% SOBRE EL<br/>CONTENIDO<br/>TOTAL DE ÀCIDOS<br/>GRASOS</b> | <b>PUNTO DE<br/>FUSIÒN °C</b> |
|---------------------|--|-------------------------------|
| <b>SATURADOS</b>    |  |                               |
| ACIDO BUTIRICO      | 3.0-4.5  | -7.9 LTA                      |
| ACIDO CAPROICO      | 1.3-2.2  | -1.5 LTA                      |
| ACIDO CAPRILICO     | 0.8-2.5  | +16.5 LTA                     |
| ACIDO CAPRICO       | 1.8-3.8  | +31.4 LTA                     |
| ACIDO LAURICO       | 2.0-5.0  | +43.6 STA                     |
| ACIDO MIRISTICO     | 7.0-11.0   | +53.8 STA                     |
| ACIDO PALMITICO     | 25.0-29.0  | +62.6 STA                     |
| AICDO ESTEARICO     | 7.0-13.0   | +69.3 STA                     |
| <b>INSATURADOS</b>  |  |                               |
| ACIDO OLEICO        | 30.0-40.0  | +14.0 LTA                     |
| ACIDO<br>LINOLÈNICO | 3.0-3.0  | -5.0 LTA                      |

**Fuente:** Salhuana, 2008

Las partículas de grasas y de proteínas de la leche son responsables del color, consistencia y de su tono blanco (opalescencia). El color también es un resultado de la dispersión de la luz por las proteínas, grasa, fosfatos y citrato de calcio. La calidad homogénea de la leche

aumenta la coloración blanca, ya que las partículas fragmentadas reflejan mayor cantidad de luz, mientras que la leche descremada tiene un color más azulado debido a la menor cantidad de partículas grandes en suspensión (Hernández 2009).

**c. Carbohidratos**

La lactosa es el principal carbohidrato de la leche, es un disacárido formado por galactosa y glucosa, siendo una sustancia menos dulce que la sacarosa, se encuentra de 4,8% a 5,0%. Este componente se sintetiza totalmente en la glándula mamaria a partir de la glucosa y los ácidos grasos volátiles (en rumiantes). La lactosa cuando es expuesta al calor, cambia a un color pardo, provocado por la reacción con los aminoácidos y la alta temperatura llamada reacción de Millard. Por otra parte la lactosa tiene la característica de dar un pequeño dulzor a la leche, es soluble en agua y se encuentra en solución molecular o solución propiamente dicha (Vargas 1999).

**d. Minerales**

Los minerales más importantes en la leche son los bicarbonatos, cloruros y citratos de calcio, magnesio, potasio y sodio. La leche es una fuente importante de calcio en la dieta de los humanos y se considera que la asociación con las caseínas puede mejorar la absorción en el tracto gastrointestinal (Varnan y Sutherland 1995).

**e. Enzimas**

La leche contiene varias enzimas. Algunas se hallan en las membranas de los glóbulos de grasa, por lo que son arrastradas cuando se separa la crema; entre ellos están los reductosos aldehídicos, fosfatasos, etc. Otras enzimas flocculan con la caseína a pH 4.6, por ejemplo los proteasos, catalosos, etc. Muchas veces es difícil saber el origen de las enzimas, ya que las bacterias que pueden hallarse semejantes a los que se sintetizan en las glándulas mamarias. La actividad enzimática de la leche depende del pH y de la temperatura.

La elevación de la temperatura a más de 70°C provoca su destrucción. La importancia de las enzimas de la leche radica en cinco propiedades principales.

- ✓ Algunas son factores de degradación que tienen importancia tecnológica; por ejemplo, las lipasas son el factor de rancidez, las proteasas provocan la hidrólisis de las caseínas, etc.
- ✓ Su sensibilidad al calor permite controlar las temperaturas de pasteurización de la leche.
- ✓ La cantidad de algunas enzimas depende del número de leucocitos o bacterias que se encuentran en la leche; de esta manera, pueden obtenerse datos acerca de la calidad higiénica de la misma.
- ✓ El contenido de enzimas no es el mismo para todas las leches; esta característica podría aprovecharse para distinguirlas pero en la actualidad no se utiliza.
- ✓ Algunas enzimas tienen actividad bactericida y por ello constituyen una protección, aunque limitada, de la leche.

### **Enzimas oxido-reductasas**

**Lactoperoxidasa:** Esta fue la primera enzima que se descubrió en la leche. Se encuentra en la leche de vaca en concentraciones aproximadas de 0.07 g/litro, lo que representa el 0.2 % del total de las proteínas. Es una enzima que contiene un átomo de hierro por molécula, su peso molecular es de 85 000 y su pH óptimo es de 6.8 resiste bien al calentamiento, es preciso calentar 30 minutos a 75 °C o 30 segundos a 80 °C, para inactivarla.

**Reductasa-aldolasa:** Esta enzima también se llama xantin-oxidasa o enzima de Schardinger. Es una deshidrogenasa que tiene un pH óptimo entre 6 y 9; su peso molecular es de 74 000 y se destruye por calentamiento a 80 °C durante 10 segundos. La leche de vaca contiene aproximadamente 160 g/litro, la leche de mujer no contiene esta enzima.

**Catalasa:** Esta es una enzima que descompone el agua oxigenada en oxígeno molecular y agua. Está constituida por una molécula del tipo hematóporfirina, rica en hierro. Cuando en la leche aumenta el contenido de leucocitos o bacterias, la actividad de la catalasa aumenta. La cantidad de catalasa en la leche varía también con la edad, el individuo, la alimentación y el momento de la ordeña, es por ello que la prueba de catalasa casi no se efectúa. La actividad catalásica es máxima a pH 6.8 ó 7.0 y desaparece por calentamiento a 65 °C durante 30 minutos.

### **Enzimas hidrolíticas**

**Lipasas:** La leche contiene un sistema de enzimas que hidrolizan a los triglicéridos y libera ácidos grasos, principalmente la de cadena corta, que provoca que la leche adquiera un sabor rancio. En la leche existe una lipasa llamada mayor o lipasa normal, asociada con la caseína y otra, naturalmente activa, ambas están presentes en todas las leches. El pH óptimo para la actividad de la lipasa mayor es de 9.2 y la temperatura de máxima actividad es de 37 °C. La lipasa mayor es una enzima muy sensible al calor; a temperaturas mayores de 60 °C, su destrucción es muy rápida, a 65 °C se inactiva en los dos minutos y a 78 °C, en un segundo. La luz solar, los metales pesados (principalmente el cobre) y ciertas sales, como el cloruro de sodio y el de magnesio, la inactivan.

**Fosfatasa:** La leche contiene dos enzimas que hidrolizan a los ésteres fosfóricos. La fosfatasa ácida tiene un máximo de actividad a un pH entre 4.6 y 4.8, ya que no se desnaturaliza aun a 88 °C durante 30 minutos. La fosfatasa alcalina es muy importante desde el punto de vista tecnológico de la leche. La fosfatasa alcalina es una glicoproteína que contiene ácido siálico, su pH óptimo es de 9.6 y es sensible al calor pues se inactiva a 62 °C durante 15 a 20 minutos o a 72 °C durante 15 a 20 segundos.

**Proteasas:** En la leche existe varias proteasas, cuyo pH óptimo varía entre 6.5 a 8.0. La temperatura óptima de las proteasas es de 37 °C, sin embargo, incluso a 5 °C su actividad es notable y se inactiva a 70 °C durante 15 minutos o a 80 °C durante un minuto. Amilasas La leche contiene enzimas destrinificantes y enzimas sacarificantes. Estas enzimas son las más constantes en la leche. Las enzimas destrinificantes o amilasas se inactivan por calentamiento a 55 °C durante 30 minutos. Las amilasas sacarificantes o amilasas se destruyen por calentamiento a 65 °C durante 30 minutos (Santos, 1998).

#### f. Sólidos Totales

Los principales constituyentes en la leche son la grasa, las proteínas y los minerales, la suma de estos componentes establece los niveles de sólidos totales de la leche (Bath 1987).

Los puntos críticos a considerar para maximizar la producción de sólidos en leche son los siguientes: apropiado balance de nutrientes en las raciones alimenticias, maximizar el consumo de alimentos, monitoreo periódico de la dieta y periódicas correcciones por cambios cuantitativos y/o cualitativos en los recursos utilizados (Taverna 2005).

En la Tabla 02 Maynard (1981) muestra la composición promedio de la leche fresca.

**Tabla 02:** Composición promedio de la leche fresca

| Componentes | Porcentaje |
|-------------|------------|
| Agua        | 87,2%      |
| Proteína    | 3,5 %      |
| Grasa       | 3,7 %      |
| Lactosa     | 4,9 %      |
| Ceniza      | 0,71 %     |
| Calcio      | 0,12 %     |
| Fósforo     | 0,1 %      |

**Fuente:** Maynard (1981).

### **3.3 Importancia del análisis fisicoquímicos**

Rodríguez (1983) menciona que el análisis de los alimentos constituye una especialidad que al pasar de los años está adquiriendo una importancia cada vez mayor, a causa del desarrollo considerable de la industria alimentaria. La labor de los analistas en este desarrollo es de una responsabilidad extraordinaria, pues de los resultados de su trabajo depende que llegue al consumidor un producto que responda a las normas de la calidad establecida. El análisis constituye una de las actividades fundamentales que se realiza en la industria alimentaria. Con materias primas de buena calidad pueden obtenerse malos productos. Por ello es necesaria que la fase del proceso tecnológico sea controlada Sistemáticamente para la eliminación de los defectos y la obtención de artículos de primera calidad. Además, de la tecnología señala una serie de orientaciones que deben cumplirse sobre la base de los avances técnicos más recientes, como medio de lograr lo mencionado anteriormente. Los datos aportados por el laboratorio contribuyen a lograr el control de estos requisitos, utilizando para ello los más variados métodos de análisis como: sensorial, químico, físico-químico, bacteriológico, etc.

### **3.4 Propiedades fisicoquímicas de la leche**

#### **a. Densidad**

Dependiendo de la naturaleza y de la cantidad de partículas en emulsión, en disolución coloidal o en disolución verdadera que contenga, la densidad de la leche oscila entre 1.027 y 1.035 g/cm<sup>3</sup>. Cuando se incrementa el contenido de grasa disminuye la densidad, por el contrario, cuando aumenta las proteínas, la lactosa o las sales minerales se eleva la densidad. La densidad tiene importancia tecnológica cuando se pretende calcular el peso de leche cruda requerido, cuando se investiga una posible adulteración de la leche y a la hora de normalizar automáticamente el contenido de materia grasa (Spreer 1991).

Según Hernández (2009) la densidad varía con la temperatura, por lo tanto se mide siempre a 15 °C y a temperaturas diferentes es necesario efectuar una corrección. Cada grado centígrado varía el peso específico en 0.0002, debiéndose sumar esta corrección si la temperatura es mayor a 15 °C y restar si es inferior a ésta. La densidad de leches mezcladas oscila entre 1.029 a 1.034. Se mide con un lactodensímetro, o pesa-leche, un modelo especial de densímetro, con el vástago graduado de 15 a 40. Cuando flota libremente dentro de la leche, sin tocar las paredes del recipiente, se lee a nivel de la superficie con visual horizontal. Las dos cifras leídas son el milésimo de la densidad y, por tanto, se escriben a continuación de la unidad: 1,0.

#### **b. pH**

El pH de la leche recién ordeñada de una vaca sana oscila entre 6.4 a 6.7, no obstante, la actividad de los iones hidrógeno en la leche, si se incrementa ligeramente su concentración, permanece, en un principio, casi constante. Este fenómeno se explica por el efecto tampón de los componentes amortiguadores que posee la leche. En la leche, los iones de lactato que se producen en la fermentación láctica forman, junto con el ácido láctico no disociado, un sistema de tampón (Spreer 1991).

En otras palabras los valores distintos de pH se producen por deficiente estado sanitario de la glándula mamaria, por la cantidad de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) disuelto; por el desarrollo de microorganismos, que desdoblan o convierten la lactosa en ácido láctico; o por la acción de microorganismos alcalinizantes (Hernández 2009).

#### **c. Acidez titulable:**

La determinación de la acidez de valoración se considera específicamente una medida de la cantidad de ácido láctico formado en la leche. En la mayor parte de los casos, la leche fresca presenta una

acidez de valoración global que oscila entre los 14 °D a 21 °D (°Dornic, un grado dornic se define como 0.01% en peso de ácido láctico en la leche), con una media de 17 °D, (Walstra 2001). En la siguiente tabla se muestra la relación de pH y °Dornic.

En la Tabla 03 la Universidad de Zulia (2003) describe la relación que existe entre pH y Acidez expresado en °Dornic de la leche de vaca.

**Tabla 03:** Relación de pH y Acidez expresado en °Dornic

| pH         | Acidez             | Significado  |
|------------|--------------------|--|
| 6,9 y sup. | ≤15°D, ≤6°SH       | Leche de tipo alcalino:<br>- patológicas<br>- de final de lactación<br>- de retención<br>- fuertemente aguadas |
| 6,6-6,8    | 16-19°D, 7-8,5°SH  | Leche fresca normal de vaca  |
| 6,5-6,6    | 19-20°D, 8,5-10°SH | Leches ligeramente ácidas, de principio de lactación, calostro, leche transportada en tanques                  |
| 6,4        | 20°D               | Leche que no soporta Tª de 110°C   |
| 6,3        | 22°D               | Leche que no soporta cocción (100°C)   |
| 6,1        | 24°D               | Leche que no soporta pasterización (72°C)  |
| 5,2        | 55-60°D            | Leche que flocula a Tª ambiente  |
| 4,5        | 120°C              | Cultivo de estreptococos lácticos máximo   |
| 3,9        | 250°D              | Cultivo de lactobacilos al máximo  |

**Fuente:** Universidad de Zulia (2003).

La acidez de la leche es producida por el crecimiento de bacterias ácido-lácticas que forman la lactosa en ácido láctico, acético y propiónico; ácidos grasos y acetona provenientes de la utilización de la grasa. El metabolismo de las proteínas produce indicadores de putrefacción como indol, estos metabolitos llegan a desestabilizar la

leche por aumento de la acidez, fruto de la proliferación bacteriana (Cotrino y Gaviria 2006).

### **3.5 Contaminantes de la leche:**

#### **4.5.1 Contaminantes químicos**

Los que más frecuentemente son posibles de hallar en la leche derivan del medio que rodean a la leche en el camino desde la ordeña a su proceso industrial. Es posible encontrar insecticidas (DDT, aldrin, dieldrin, heptacloruro fenol), herbicidas, fungicidas, sustancias higienizantes (cloro, peróxido de hidrogeno, sustancias amoniacaes, etc.) y algunos antibióticos (penicilinas, estreptomicinas, clortetraciclinas, etc.) (Hernández 2009).

#### **4.5.2 Contaminantes microbiológicos**

Existe la posibilidad de que la leche sea presa de un gran número de agentes microbianos desde el momento de su producción, dependiendo en gran medida de las prácticas de higiene y sanidad observadas en el manipuleo durante la producción, transporte, proceso y venta (Keating 2002).

### **3.6 Calidad de leche**

La calidad se define como el conjunto de propiedades y características de un producto que le confieren la aptitud para satisfacer necesidades explícitas o implícitas (Norma ISO 9001). Su aplicación implica incorporar renovados métodos de gestión de calidad que integran no solo al producto, sino también, su desarrollo, como producto, las materias primas a utilizar, los canales de comercialización (Hernández 2004).

Si bien son incuestionables las cualidades nutritivas de la leche y de los productos lácteos, no es menos cierto que, desde su síntesis en la glándula mamaria hasta su llegada al consumidor, están sometidos a un gran número de riesgos que hacen peligrar la calidad original.

Estos riesgos son: la contaminación y multiplicación de microorganismos, contaminación con gérmenes patógenos, alteración físico-química de sus

componentes, absorción de olores extraños, generación de malos sabores y contaminación con sustancias químicas tales como pesticidas, antibióticos, metales, detergentes, desinfectantes, partículas de suciedad, etc. Todos éstos, ya sea en forma aislada o en conjunto, actúan en forma negativa sobre la calidad higiénica y nutricional del producto y, consecuentemente en contra de la salud pública.

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. En la producción de la leche, interactúan innumerables factores y todos de una manera u otra se encuentran relacionados (Reyes 2003).

Es por ello, que esta complejidad debe ponerse de manifiesto con la pretensión inequívoca de presentar un problema, analizar los aspectos fundamentales y establecer las líneas generales de solución que permitan debatir el tema con mayor profundidad y contribuir entre todos a la búsqueda de soluciones específicas para cada región, conscientes de que no se pueden manejar recetas universales pero sí principios generales.

Así mismo y desde un punto de vista legal la leche de vaca puede definirse de la siguiente manera: “Leche, sin otra denominación, es el producto fresco del ordeño completo de una o varias vacas sanas, bien alimentadas y en reposo, exento de calostro y que cumpla con las características físicas, microbiológicas e higiénicas establecidas”. (NTP 202.001:2003) Estas características pueden ser la densidad, el índice crioscópico, el índice de refracción, la acidez titulable, la materia grasa, los sólidos no grasos, el número de leucocitos, los microorganismos patógenos, la presencia de sustancias inhibidoras, entre otros (Reyes 2003).

En la tabla 04 INDECOPI muestra los parámetros de calidad de leche fresca en el Perú.

**Tabla 04:** Normas técnicas de parámetros de calidad de la leche establecida por INDECOPI.

| <b>Requisitos organolépticos</b>  |   |
|---|---|
| La leche deberá estar exenta de color, olor sabor y consistencia, extrañas a su naturaleza. |   |
| <b>Requisitos físico-químicas</b>   |   |
| Materia grasa (gr/100gr)  | Min 3,2                                     |
| Sólidos no grasos (gr/100gr)  | Min 8,2                                     |
| Sólidos Totales (gr/100gr)  | Min 11,4                                    |
| Impurezas macroscópicas, expresadas en mg de impurezas/500cc de leche                       | Max 0,5 mg (grado 2)                        |
| Acidez, expresada en gr de ácido láctico/100gr de leche                                     | Min 0,14<br>Max 0,18                        |
| Densidad a 20 °C (gr/cc)  | Min 1,0296<br>Max 1,0340                    |
| Índice de refracción del suero a 20 °C  | Min 1,34179 (lectura refractométricas 37,5) |
| Ceniza total (gr/cc)  | Max 0,7                                     |
| Alcalinidad de la ceniza total (cc de solución de NaOH) 1N                                  | Max 1,7 cc                                  |
| Índice crioscópico  | Max - 0,540 °C                              |
| Sustancias conservadoras y cualquier otra sustancia extraña a su naturaleza                 | Ausencia                                    |
| Prueba de alcohol (74% V/V mínimo)  | No coagulable                               |
| Tratamiento que disminuya o modifique otra sustancia extraña a su naturaleza                | Ninguno                                     |
| Prueba de la reductasa con Azul de Metileno   | Min 3 horas                                 |

| <b>Requisitos microbiológicos</b>                                   |                         |
|---|-------------------------|
| Nº de microorganismos mesófilos, aerobios y facultativos viables/ml | Max 1'000.000 ufc       |
| Nº de coliformes/ml   | Max 1.000 ufc           |
| Conteo de células somáticas   | Max 500.000 unidades/ml |

**Fuente:** Norma Peruana/Norma Técnica Nacional/Leche Cruda/ITINTEC (1991).

### 3.7 Toma de muestras

Estudios realizados por Revilla (1983) mencionan que la toma de muestras de leche o de algún producto lácteo, es un paso muy importante para su análisis químico. Su importancia radica en que la cantidad tomada es muy pequeña comparada con el total de leche estudiada y un pequeño error puede causar pérdidas al vendedor o al comprador. La muestra recolectada deberá ser representativa del total de la leche o crema y para esto debemos tener en cuenta.

- ✓ Tamaño y forma del depósito en que se encuentra la leche o crema.
- ✓ Uniformidad del producto.
- ✓ Viscosidad del producto.
- ✓ Tipo de agitación.

Los productos más viscosos necesitan más agitación, lo mismo que los envasados en recipientes rectangulares. Donde sea práctico, la agitación puede hacerse pasando la leche o crema de un recipiente a otro, tres o cuatro veces; cantidades grandes pueden ser agitadas por medios mecánicos. (Revilla, 1983).

La toma de muestras es una actividad que se realiza constantemente para controlar la calidad de los productos alimenticios. De la forma en que se tome la muestra, dependerá que se obtengan los resultados representativos del producto que se analiza. La leche y sus productos son susceptibles a la contaminación por microorganismos y su almacenamiento a temperaturas que favorecen el crecimiento bacteriano y permite la multiplicación rápida de los microorganismos contaminantes. Por su fácil descomposición, estos productos deben ser manipulados de forma especial para evitar la contaminación directa

durante la toma de muestra o durante el transporte y almacenamiento de los mismos, antes del análisis (Rodríguez 1983).

### 3.8 Método estadístico

#### 3.8.1 Prueba múltiple de t

La prueba múltiple de t o LSD (Least Significant Difference), es un procedimiento comúnmente usado para comparar la diferencia entre un grupo de medias y para comparar cada uno de los grupos de medias con un tratamiento estándar (Vásquez, 2013).

$$\text{Esta prueba es: } = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{CM_e \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}} = \frac{X_1 - X_2}{Sd} = t = DMS = t(\alpha, v) Sd$$

Dónde:

$\alpha$ : nivel de significación

$V$ : grado de libertad del  $CM_{\text{error}}$

$$Sd: \text{ error estándar e la diferencia entre medias } = \sqrt{\frac{2S^2}{r}} = \sqrt{\frac{2CM_e}{r}}$$

Suponiendo una hipótesis alternativa de dos colas, los pares de medias  $\mu_i$  y  $\mu_j$  se declararían significativamente diferentes si  $|X_i - X_j| > t_{\alpha/2, N-t} \sqrt{CM_e \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$ .

A la cantidad  $LSD = t_{\alpha/2, N-t} \sqrt{Me \left[ \frac{1}{n_i + \frac{1}{n_j}} \right]}$  se le llama diferencia significativa mínima.

Si el diseño es balanceado,  $n_1 = n_2 = \dots = n_t = n$ , y  $LSD = t_{\alpha/2, N-t} \sqrt{\frac{2CM_e}{n}}$

Todas las diferencias de medias son comparadas con la LSD y si la diferencia de medias comparadas excede a la LSD, es decir:  $|X_i - X_j| > LSD$ , habrá significación.

Al valor  $\sqrt{\frac{2S^2}{r}} t_{0.01, V}$ , se le llama diferencia máxima significativa. La prueba múltiple de t o LSD es apropiada si la comparación se ha seleccionado antes de realizar el experimento (Vásquez, 2013).

### 3.8.2 Media

La media es un estadístico que se estiman a partir de una o varias muestras obtenidas de una población (Sharon 1999). La es clasificada según Pérez (2002), como una medida de posición central, para una muestra de tamaño  $n$ , se define como la suma de todos los valores o datos ( $X$ ) dividida por el número total de estos “ $n$ ”, la función que cuantifica a es:

$$X = \frac{\sum x}{n}$$

Dónde:

**X:** Media

**$\Sigma n$ :** Sumatoria de valores de la muestra

**n:** muestra

### 3.8.3 Coeficiente de variación

El coeficiente de variación es una medida relativa de la variación que siempre se expresa como porcentaje, más que en términos de las unidades de los datos en particular. El coeficiente de variación, que se denota mediante el símbolo CV, mide la dispersión de los datos con respecto a la media. Se lo define como el cociente de la desviación estandarizada, dividida por el promedio aritmético (Vásquez, 2013).

$$\begin{aligned} \text{Coeficiente de Variación} = CV &= \frac{S}{y} \times 100 \\ &= \frac{\sqrt{CMe}}{y} \times 100 \end{aligned}$$

Dónde:

**S:** desviación estándar

**CMe:** Cuadrado medio de error

El CV es una medida sin dimensión y es útil para comparar experimentos de diferentes lugares o de diferentes años. La fórmula indica que el coeficiente de variación esté en función del error experimental; por lo tanto: El CV será alto, si la  $\sigma^2_e$  es alta,  $Y_1 - Y_2 \rightarrow T_1 - T_2 \rightarrow$  la probabilidad será cero.

El CV será alto, si la  $\sigma_e^2$  es baja,  $Y_1 - Y_2 \rightarrow T_1 - T_2 \rightarrow$  la probabilidad tenderá a ser 1.

Cuando el error experimental tiende a cero, la prueba de comparación que se use detecta las diferencias  $Y_1 - Y_2$ . Esto significa que el coeficiente de variación indica el grado de precisión que ha alcanzado el experimento (Vásquez, 2013).

### 3.8.4 Límites de confianza

Se trata de encontrar dos números L y U, tales que el parámetro  $\mu$  se encuentre entre ellos con una probabilidad de  $1 - \alpha$ . Esto es,

$$P(L \leq \mu \leq U) = 1 - \alpha$$

Sea  $X_1, X_2, \dots, X_n$  una muestra aleatoria de tamaño n de una población, con una distribución normal con media  $\mu$  y varianza  $\sigma^2$ , ambas desconocidas. El procedimiento general para deducir el intervalo consiste en partir de un estadístico que involucra al parámetro de interés y que tiene una distribución conocida. Tal estadístico es

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{S/\sqrt{n}}$$

El cual sigue una distribución T de Student con n-1 grados de libertad. Por lo tanto, en la tabla de esta distribución (Tabla A.3) o en su gráfica se puede ubicar dos valores críticos  $t_{\alpha/2}$  y  $-t_{\alpha/2}$ , tales que:

$$P\left(-\frac{t_{\alpha}}{2} \leq \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \leq \frac{t_{\alpha}}{2}\right) = 1 - \alpha$$

(Vásquez, 2013)

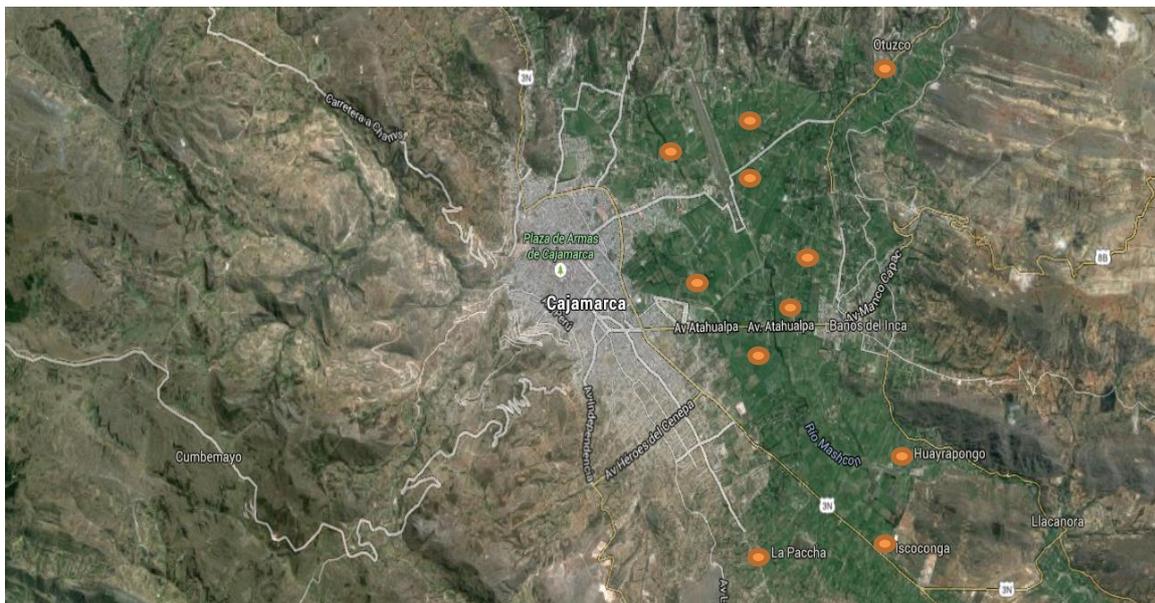
## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Ubicación geográfica del trabajo de investigación

Las muestras de leche se recolectaron de establos del valle de Cajamarca, localizado a una altitud de 2737 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio anual de 13.8 °C, una precipitación anual de 753,7 mm y una humedad relativa de 67%.

Las muestras fueron recolectadas durante los meses de agosto, setiembre, octubre y noviembre del año 2014.

Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Industria Láctea de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.



**Figura 01: Imagen satelital del valle de Cajamarca**

**Fuente: Google Earth**

### 4.2 Materiales

#### 4.2.1 Material biológico

- ❖ Leche fresca cruda de los 32 establos del Valle de Cajamarca

#### 4.2.2 Material y equipo de laboratorio

##### A. Equipos

- ❖ Frascos de vidrio (para colecta de muestras)

- ❖ Balanza analítica
- ❖ Baño María
- ❖ Lactodensímetro
- ❖ pH-metro
- ❖ Termómetro

#### B. Material de Vidrio

- ❖ Pipetas
- ❖ Bureta
- ❖ Tubos de ensayo
- ❖ Vasos de precipitado

#### C. Reactivos

- ❖ Alcohol etílico 68°
- ❖ Hidróxido de Sodio 0.1 N
- ❖ Fenolftaleína
- ❖ Solución de tioacinato de azul de metileno

### 4.3 Metodología

#### 3.3.1 Trabajo de campo

En el valle de Cajamarca existen 400 establos (ganaderos) (MINAG- Cajamarca 2014); para el presente estudio, se determinó una muestra de 32.

La toma de muestras de leche fresca se realizó de la siguiente manera:

- ✓ De cada establo ganadero se recolectó tres muestras de 1 litro de leche fresca.
- ✓ La muestra se colectó en frascos de vidrios apropiados, limpios y secos, debidamente rotulados para su identificación posterior.
- ✓ Las muestras se obtuvieron cada quince (15) días para su análisis
- ✓ Posteriormente las muestras recolectadas se llevaron al Laboratorio de Industria Láctea de la Escuela Académico

Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, para realizar el respectivo análisis.

### **3.3.2 Evaluaciones que se realizará a las muestras recolectadas**

- ❖ Evaluación de densidad
- ❖ Evaluación de Temperatura
- ❖ Evaluación de sólidos solubles
- ❖ Evaluación de Acidez Láctica en leche fresca y pH
- ❖ Evaluación de la prueba del alcohol
- ❖ Evaluación de la prueba de la reductasa.

### **3.3.3 Procedimiento**

Una vez recolectada las muestras de cada fundo, se realizaron los análisis respectivos mencionados anteriormente tales como:

#### **a) Medición de la temperatura para corregir los valores de densidad:**

- ✓ Se depositó 1 litro de leche fresca en un vaso de precipitación, se mezcló bien y se sumergió el bulbo del termómetro manteniéndolo en posición inclinada. Luego se tomó la temperatura.

#### **b) Medición de sólidos solubles:**

- ✓ Se colocó una gota de leche con una varilla de agitación al lente del refractómetro.
- ✓ Posteriormente se encendió el aparato y se registró la medición.

#### **c) Medición de pH:**

- ✓ Se colocó leche en el vaso de precipitado (hasta 2/3 del volumen del recipiente).
- ✓ Luego se introdujo el electrodo del pHmetro (el bulbo de vidrio solamente), previamente calibrado. El aparato se calibró con un buffer de pH 7.0.
- ✓ Se dejó inmerso el bulbo unos 15 segundos.
- ✓ Posteriormente se encendió el aparato y se registró la medición.

**d) Medición de densidad:**

La densidad de la leche fresca se determina utilizando el lactodensímetro, haciendo la lectura a 15 °C. También se puede efectuar a otras temperaturas pero corrigiendo la lectura a 15 °C.

- ✓ Se enrazó una probeta con 240ml de leche.
- ✓ Luego se introdujo con cuidado el lactodensímetro en la leche.
- ✓ Se registró los datos de densidad.

Debido a que el lactodensímetro utilizado para medir la densidad estaba calibrado a 15 °C, se debe realizar una corrección, ésta se obtuvo realizando los siguientes cálculos:

Cálculos.

Lectura + [(temperatura – 15) (0.0002)] = densidad real.

Densidad + (factor de calibración) = densidad real.

**e) Medición de acidez:**

- ✓ Se dispuso de una bureta en el soporte universal.
- ✓ Luego se llenó la bureta con la solución de NaOH, 0.1 N.
- ✓ Se agitó bien la leche, y se tomó con la pipeta una muestra de 9ml y se colocó en un matraz.
- ✓ Se agregó 3 gotas de fenolftaleína.
- ✓ Posteriormente se tituló la leche con la solución de NaOH, 0.1N, gota a gota, hasta que adquirió un color rojo grosella.
- ✓ Se registró el gasto de NaOH, en ml.
- ✓ Luego se multiplicó ese gasto por 10, para determinar el número de grados Dornic de acidez en la muestra.

**f) Prueba del Alcohol:**

- ✓ Se colocó 3ml de leche fresca en un tubo de ensayo limpio.
- ✓ Luego se añadió 3ml de alcohol a 68%.
- ✓ Se agitó el tubo de ensayo con ligeros golpes.
- ✓ Posteriormente se inclinó el tubo de ensayo y se observó si existía o no pequeños flóculos de caseína.

**g) Prueba de la Reductasa:**

- ✓ Se puso en tubos de ensayo 10 ml de leche fresca.
- ✓ Se agregó a cada tubo 1ml de solución de azul de metileno.
- ✓ Luego se agitó bien cada tubo de ensayo hasta que toda la leche se tiñó de azul.
- ✓ Se puso los tubos de ensayo en la gradilla y se introdujeron a baño María isotérmico (a 37 °C).
- ✓ Posteriormente se dejó incubando hasta que se decoloren en 80% y se anotó el tiempo en minutos de decoloración.

### **3.4 Trabajo de gabinete**

En la evaluación de los resultados se utilizó la estadística descriptiva para comparar medias de los parámetros medidos de las 32 muestras recolectadas. Para elaborar las gráficas se utilizó el programa estadístico SAS (Sistema de Análisis Estadístico). La prueba utilizada fue la prueba *t-student* o prueba múltiple de T, para comparar las medias de los resultados con la Norma Técnica Peruana establecida por INDECOPI.

El p valor usado fue  $p < 0.001$  que indica que las medias estadísticamente calculadas tienen diferencias significativas entre sí.

Se realizaron descriptivamente las comparaciones de medias con los de la Norma Técnica Peruana, así mismo se realizó una descripción de las características organolépticas y microbiológicas de las 32 muestras de leche recolectadas de los establos del Valle de Cajamarca. Se realizaron las discusiones y conclusiones de acuerdo a los resultados.

## V. RESULTADO Y DISCUSIONES

### 5.1 Características Organolépticas

**5.1.1 Color:** Las 32 muestras de leche recolectadas de los establos del Valle de Cajamarca presentaron un color blanco ligeramente amarillento como se muestra en la (Tabla N° 05).

**5.1.2 Olor:** Respecto al olor, 7 muestras presentaron un olor a pasto y 25 no tenían olor como se muestra en la (Tabla N° 05).

**5.1.3 Sabor:** 7 muestras presentaron un sabor a pasto y 25 tenía el sabor ligeramente dulce como se muestran en la (Tabla N° 05).

La mayoría de muestras de leche fresca recolectadas de los diferentes establos concuerdan con las características organolépticas de la Norma Técnica Peruana que se muestran en la (Tabla N° 04)

**Tabla N° 05:** Características organolépticas de las muestras de leche del establo del valle de Cajamarca

| N° | Lugar                   | Color              | Olor     | Sabor             |
|----|-------------------------|--------------------|----------|-------------------|
| 1  | La Victoria             | Blanco amarillento | Sin Olor | Ligeramente dulce |
| 2  | Huacariz - San Ignacio  | Blanco amarillento | Sin Olor | Ligeramente dulce |
| 3  | Tartar Agrícola         | Blanco amarillento | Sin Olor | Ligeramente dulce |
| 4  | El Bosque - Huayrapongo | Blanco amarillento | Sin Olor | Ligeramente dulce |
| 5  | El Bosque               | Blanco amarillento | Sin Olor | Ligeramente dulce |
| 6  | La Colpa L1             | Blanco amarillento | Sin Olor | Ligeramente dulce |
| 7  | La colpa L2             | Blanco amarillento | Sin Olor | Ligeramente dulce |
| 8  | La colpa L3             | Blanco amarillento | Sin Olor | Ligeramente dulce |
| 9  | Iscoconga L1            | Blanco amarillento | Sin Olor | Ligeramente dulce |
| 10 | Iscoconga L2            | Blanco amarillento | Sin Olor | Ligeramente dulce |
| 11 | Iscoconga L3            | Blanco amarillento | Sin Olor | Ligeramente dulce |
| 12 | La Colpa L4             | Blanco amarillento | Sin Olor | Ligeramente dulce |
| 13 | Huacariz                | Blanco amarillento | Sin Olor | Ligeramente dulce |

|    |  |                    |              |                   |
|----|--|--------------------|--------------|-------------------|
| 14 | Huacariz - San Antonio                 | Blanco amarillento | Sin Olor     | Ligeramente dulce |
| 15 | Fundo Tartar Pecuario                  | Blanco amarillento | Sin Olor     | Ligeramente dulce |
| 16 | Tartar Grande                          | Blanco amarillento | Sin Olor     | Ligeramente dulce |
| 17 | El Porongo                             | Blanco amarillento | Sin Olor     | Ligeramente dulce |
| 18 | Tartar Grande L1                       | Blanco amarillento | Sin Olor     | Ligeramente dulce |
| 19 | Tartar Grande L2                       | Blanco amarillento | Sin Olor     | Ligeramente dulce |
| 20 | Otuzco                                 | Blanco amarillento | Sin Olor     | Ligeramente dulce |
| 21 | Alzamora Miranda                       | Blanco amarillento | Olor a pasto | Sabor a pasto     |
| 22 | Bella Unión L1                         | Blanco amarillento | Olor a pasto | Sabor a pasto     |
| 23 | Bella Unión - Carretera Baños del Inca | Blanco amarillento | Olor a pasto | Sabor a pasto     |
| 24 | Alzamora Miranda L2                    | Blanco amarillento | Olor a pasto | Sabor a pasto     |
| 25 | El Zarco                               | Blanco amarillento | Olor a pasto | Sabor a pasto     |
| 26 | Bella Unión L2                         | Blanco amarillento | Olor a pasto | Sabor a pasto     |
| 27 | Santa Bárbara L1                       | Blanco amarillento | Olor a pasto | Sabor a pasto     |
| 28 | Santa Bárbara L2                       | Blanco amarillento | Sin Olor     | Ligeramente dulce |
| 29 | Santa Bárbara L3                       | Blanco amarillento | Sin Olor     | Ligeramente dulce |
| 30 | Otuzco L1                              | Blanco amarillento | Sin Olor     | Ligeramente dulce |
| 31 | Otuzco L2                              | Blanco amarillento | Sin Olor     | Ligeramente dulce |
| 32 | Otuzco L3                              | Blanco amarillento | Sin Olor     | Ligeramente dulce |

**Fuente:** Elaboración Propia. Dónde: L1: lugar 1, L2: Lugar 2, L3: Lugar 3.

## 5.2 Características Fisicoquímicas

### 5.2.1 Densidad

El valor promedio ( $\bar{x}_i$ ) obtenido en el muestreo fue de 1,0277 g/cm<sup>3</sup>, siendo el mínimo 1,0257 g/cm<sup>3</sup>, y el máximo 1,0294 g/cm<sup>3</sup>. Se puede observar en la Tabla 06 y en la Figura N° 02, que la variación de densidades es diferente entre establos, no obstante, la mayoría de valores se encuentra fuera del rango permisible que establece la Norma Técnica Peruana (Tabla 03).

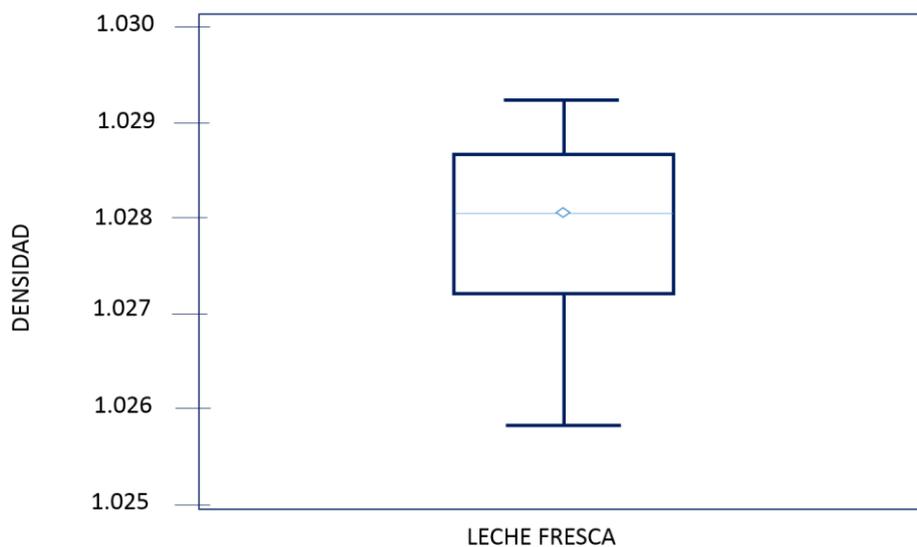
Estudios análogos (Walstra 2001) han encontrado que los valores de densidad están debajo del promedio permisible debido a que la densidad incrementa cuando incrementa el contenido de extracto seco magro y disminuye conforme aumenta el contenido de materia grasa. Así mismo otros estudios (Vibart 2008) indican que las vacas en pastoreo producen leche con mayor porcentaje de grasa, Celis y Juárez (2009) también indican que el parámetro de densidad está correlacionado positivamente con los niveles de proteína y lactosa y negativamente con los niveles de grasa.

Según el tratamiento estadístico (Tabla 13), el valor p es  $p < 0.001$  y el valor del Coeficiente de Variación es  $CV = 5.85\%$ , lo que nos indica que existe diferencia significativa entre muestras de los diferentes establos, es decir las densidades de las muestras de leche entre establos es diferente pero los valores de densidad máximo y mínimo no están muy alejados de la densidad promedio.

**Tabla N° 06. Valores de Densidad de Leche Fresca de los establos del Valle de Cajamarca**

|                 |              |                        |                  |                         |                  |                        |  |                     |
|-----------------|--------------|------------------------|------------------|-------------------------|------------------|------------------------|--|---------------------|
| <b>Nº</b>       | <b>1</b>     | <b>2</b>               | <b>3</b>         | <b>4</b>                | <b>5</b>         | <b>6</b>               | <b>7</b>                               | <b>8</b>            |
| <b>Lugar</b>    | La Victoria  | Huacariz - San Ignacio | Tartar Agrícola  | El Bosque - Huayrapongo | El Bosque        | La Colpa L1            | La colpa L2                            | La colpa L3         |
| <b>Densidad</b> | 1,028        | 1,028                  | 1,028            | 1,028                   | 1,027            | 1,029                  | 1,028                                  | 1,029               |
| <b>Nº</b>       | <b>9</b>     | <b>10</b>              | <b>11</b>        | <b>12</b>               | <b>13</b>        | <b>14</b>              | <b>15</b>                              | <b>16</b>           |
| <b>Lugar</b>    | Iscoconga L1 | Iscoconga L2           | Iscoconga L3     | La Colpa L4             | Huacariz         | Huacariz - San Antonio | Fundo Tartar Pecuario                  | Tartar Grande       |
| <b>Densidad</b> | 1,027        | 1,027                  | 1,028            | 1,029                   | 1,028            | 1,029                  | 1,028                                  | 1,027               |
| <b>Nº</b>       | <b>17</b>    | <b>18</b>              | <b>19</b>        | <b>20</b>               | <b>21</b>        | <b>22</b>              | <b>23</b>                              | <b>24</b>           |
| <b>Lugar</b>    | El Porongo   | Tartar Grande L1       | Tartar Grande L2 | Otuzco                  | Alzamora Miranda | Bella Unión L1         | Bella Unión - Carretera Baños del Inca | Alzamora Miranda L2 |
| <b>Densidad</b> | 1,027        | 1,027                  | 1,027            | 1,027                   | 1,028            | 1,027                  | 1,029                                  | 1,028               |
| <b>Nº</b>       | <b>25</b>    | <b>26</b>              | <b>27</b>        | <b>28</b>               | <b>29</b>        | <b>30</b>              | <b>31</b>                              | <b>32</b>           |
| <b>Lugar</b>    | El Zarco     | Bella Unión L2         | Santa Bárbara L1 | Santa Bárbara L2        | Santa Bárbara L3 | Otuzco L1              | Otuzco L2                              | Otuzco L3           |
| <b>Densidad</b> | 1,028        | 1,027                  | 1,027            | 1,027                   | 1,027            | 1,026                  | 1,027                                  | 1,028               |

Fuente: Elaboración Propia. Dónde: L1: lugar 1, L2: Lugar 2, L3: Lugar 3



**Figura 02:** Diagrama de cajas y bigotes de los promedios de Densidad de las muestras de leche de los lugares muestreados con valor p de  $p < 0.001$

### 5.2.2 Sólidos solubles

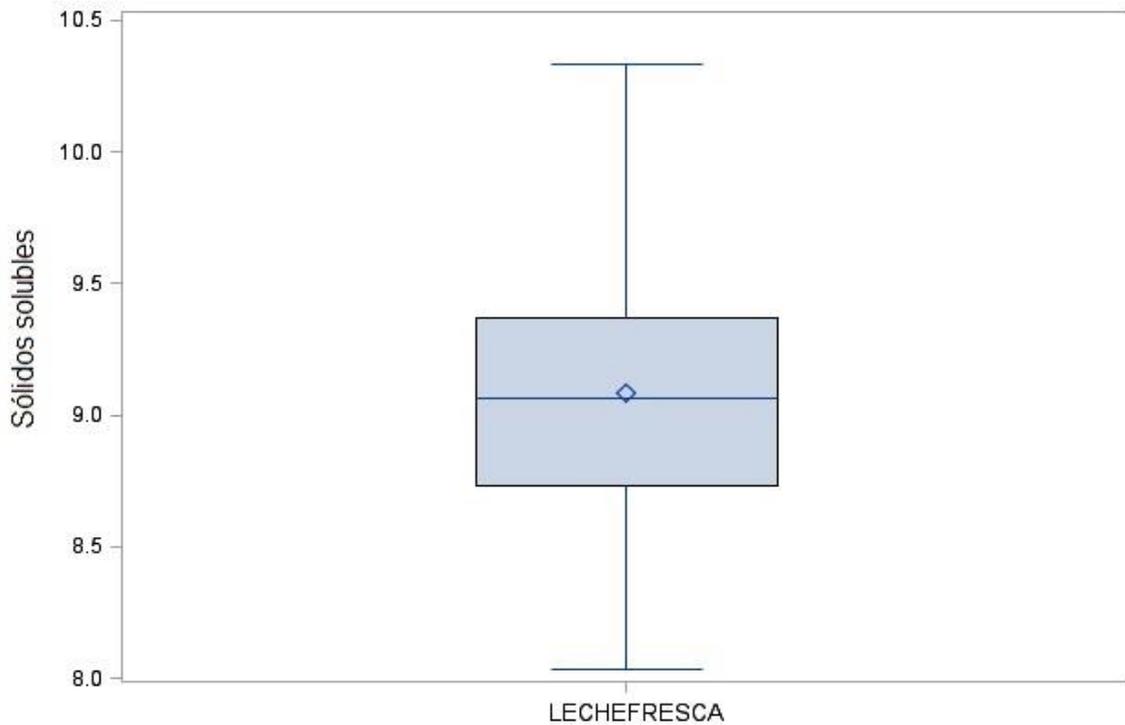
El valor promedio ( $\bar{x}_i$ ) de Sólidos Solubles de los diferentes establos es de 9.08 siendo el valor máximo es de 10.33 y el mínimo 8.03, como se muestra en la (Tabla 07) y en la (Figura 03).

Según el tratamiento estadístico (Tabla 13) existe diferencias significativas entre muestras de leche de los establos ya que tenemos un valor p de  $p < 0.001$  y el valor del Coeficiente de Variación  $CV = 2.57\%$ , es decir los valores de sólidos solubles de las muestras de leche entre establos es diferente pero los valores de sólidos solubles máximo y mínimo no están muy alejados de los sólidos solubles promedio.

**Tabla N° 07. Valores de sólidos solubles de Leche Fresca de los establos del Valle de Cajamarca.**

|                         |              |                        |                  |                         |                  |                        |  |                     |
|-------------------------|--------------|------------------------|------------------|-------------------------|------------------|------------------------|--|---------------------|
| <b>N°</b>               | <b>1</b>     | <b>2</b>               | <b>3</b>         | <b>4</b>                | <b>5</b>         | <b>6</b>               | <b>7</b>                               | <b>8</b>            |
| <b>Lugar</b>            | La Victoria  | Huacariz - San Ignacio | Tartar Agrícola  | El Bosque - Huayrapongo | El Bosque        | La Colpa L1            | La colpa L2                            | La colpa L3         |
| <b>Sólidos Solubles</b> | 9,23         | 9,67                   | 8,33             | 9,50                    | 9,03             | 9,37                   | 10,33                                  | 10,23               |
| <b>N°</b>               | <b>9</b>     | <b>10</b>              | <b>11</b>        | <b>12</b>               | <b>13</b>        | <b>14</b>              | <b>15</b>                              | <b>16</b>           |
| <b>Lugar</b>            | Iscoconga L1 | Iscoconga L2           | Iscoconga L3     | La Colpa L4             | Huacariz         | Huacariz - San Antonio | Fundo Tartar Pecuario                  | Tartar Grande       |
| <b>Sólidos Solubles</b> | 9,30         | 9,03                   | 9,00             | 8,77                    | 8,63             | 9,37                   | 9,47                                   | 8,63                |
| <b>N°</b>               | <b>17</b>    | <b>18</b>              | <b>19</b>        | <b>20</b>               | <b>21</b>        | <b>22</b>              | <b>23</b>                              | <b>24</b>           |
| <b>Lugar</b>            | El Porongo   | Tartar Grande L1       | Tartar Grande L2 | Otuzco                  | Alzamora Miranda | Bella Unión L1         | Bella Unión - Carretera Baños del Inca | Alzamora Miranda L2 |
| <b>Sólidos Solubles</b> | 8,70         | 8,97                   | 8,13             | 9,57                    | 8,57             | 8,43                   | 8,03                                   | 9,20                |
| <b>N°</b>               | <b>25</b>    | <b>26</b>              | <b>27</b>        | <b>28</b>               | <b>29</b>        | <b>30</b>              | <b>31</b>                              | <b>32</b>           |
| <b>Lugar</b>            | El Zarco     | Bella Unión L2         | Santa Bárbara L1 | Santa Bárbara L2        | Santa Bárbara L3 | Otuzco L1              | Otuzco L2                              | Otuzco L3           |
| <b>Sólidos Solubles</b> | 9,27         | 8,77                   | 8,97             | 9,23                    | 9,10             | 8,80                   | 9,27                                   | 9,80                |

**Fuente:** Elaboración Propia. Dónde: L1: lugar 1, L2: Lugar 2, L3: Lugar 3



**Figura 03:** Diagrama de cajas y bigotes de los promedios de sólidos solubles de las muestras recolectadas con valor p de  $p < 0.001$ .

### 5.2.3 Acidez

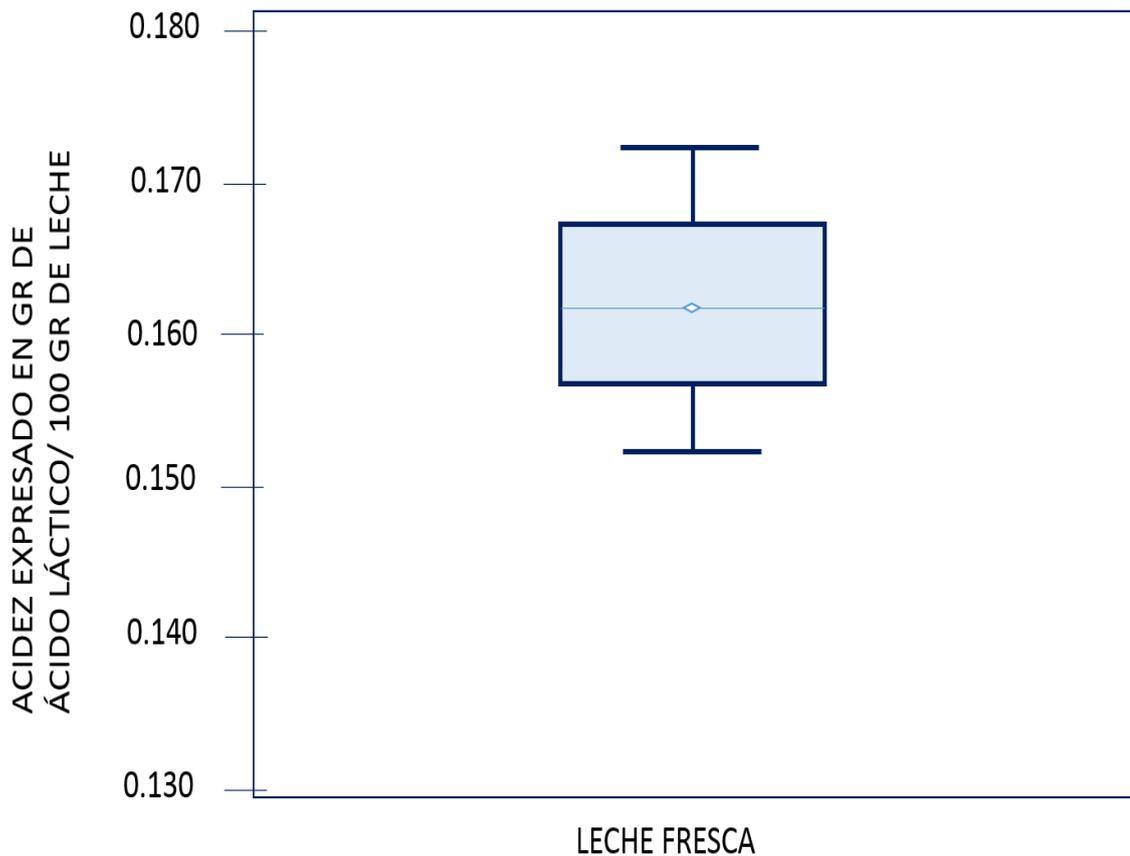
En relación al parámetro de Acidez expresado en gr ác. Láctico/ 100g de leche, el valor mínimo fue de 0.135 y el máximo valor fue de 0.18 como se muestra en la en la (Tabla N° 08) y (Figura N° 04), siendo en promedio ( $\bar{x}_i$ ) 0.164 gr ác. Láctico/ 100g de leche. Estos valores se encuentran dentro del rango que estable la Norma Técnica Peruana.

Según el tratamiento estadístico (Tabla 13), el valor p es  $p < 0.001$  y el valor del Coeficiente de Variación es  $CV = 2.57\%$ , estos valores nos indica que existe diferencia significativa de acidez entre muestras de leche de los diferentes establos, es decir la acidez de las muestras de leche entre establos es diferente pero los valores de acidez máximo y mínimo no están muy alejados de la acidez promedio obtenida estadísticamente.

**Tabla N° 08. Valores de acidez de Leche Fresca de los establos del Valle de Cajamarca, expresado en gr ác. Láctico/ 100g de leche.**

| Nº                                     | 1            | 2                      | 3                | 4                       | 5                | 6                      | 7                                      | 8                   |
|--|--------------|------------------------|------------------|-------------------------|------------------|------------------------|--|---------------------|
| Lugar                                  | La Victoria  | Huacariz - San Ignacio | Tartar Agrícola  | El Bosque - Huayrapongo | El Bosque        | La Colpa L1            | La colpa L2                            | La colpa L3         |
| Acidez (gr ác. Láctico/ 100g de leche) | 0.165        | 0.165                  | 0.17             | 0.172                   | 0.167            | 0.163                  | 0.167                                  | 0.165               |
| Nº                                     | 9            | 10                     | 11               | 12                      | 13               | 14                     | 15                                     | 16                  |
| Lugar                                  | Iscoconga L1 | Iscoconga L2           | Iscoconga L3     | La Colpa L4             | Huacariz         | Huacariz - San Antonio | Fundo Tartar Pecuario                  | Tartar Grande       |
| Acidez (gr ác. Láctico/ 100g de leche) | 0.17         | 0.163                  | 0.168            | 0.162                   | 0.167            | 0.160                  | 0.160                                  | 0.165               |
| Nº                                     | 17           | 18                     | 19               | 20                      | 21               | 22                     | 23                                     | 24                  |
| Lugar                                  | El Porongo   | Tartar Grande L1       | Tartar Grande L2 | Otuzco                  | Alzamora Miranda | Bella Unión L1         | Bella Unión - Carretera Baños del Inca | Alzamora Miranda L2 |
| Acidez (gr ác. Láctico/ 100g de leche) | 0.152        | 0.165                  | 0.172            | 0.163                   | 0.163            | 0.160                  | 0.163                                  | 0.170               |
| Nº                                     | 25           | 26                     | 27               | 28                      | 29               | 30                     | 31                                     | 32                  |
| Lugar                                  | El Zarco     | Bella Unión L2         | Santa Bárbara L1 | Santa Bárbara L2        | Santa Bárbara L3 | Otuzco L1              | Otuzco L2                              | Otuzco L3           |
| Acidez (gr ác. Láctico/ 100g de leche) | 0.163        | 0.163                  | 0.160            | 0.167                   | 0.163            | 0.168                  | 0.162                                  | 0.158               |

**Fuente:** Elaboración Propia. Dónde: L1: lugar 1, L2: Lugar 2, L3: Lugar 3



**Figura 04:** Diagrama de cajas y bigotes de los promedios de la Acidez expresado en gr ác. Láctico/ 100g de leche con valor p de  $p < 0.001$

El pH de la leche fresca de los distintos lugares de recolección tiene como promedio ( $\bar{x}_i$ ) 6.53, siendo el máximo valor 6.73 y el mínimo 6.38 como lo muestra la (Tabla N° 06) y (Figura N° 05). Estudios análogos García (2007) mencionan que el pH normal de la leche fresca es de 6.5 a 6.7. Valores superiores generalmente se observan en leches mastíticas, mientras que valores inferiores indican presencia de calostro o descomposición bacteriana.

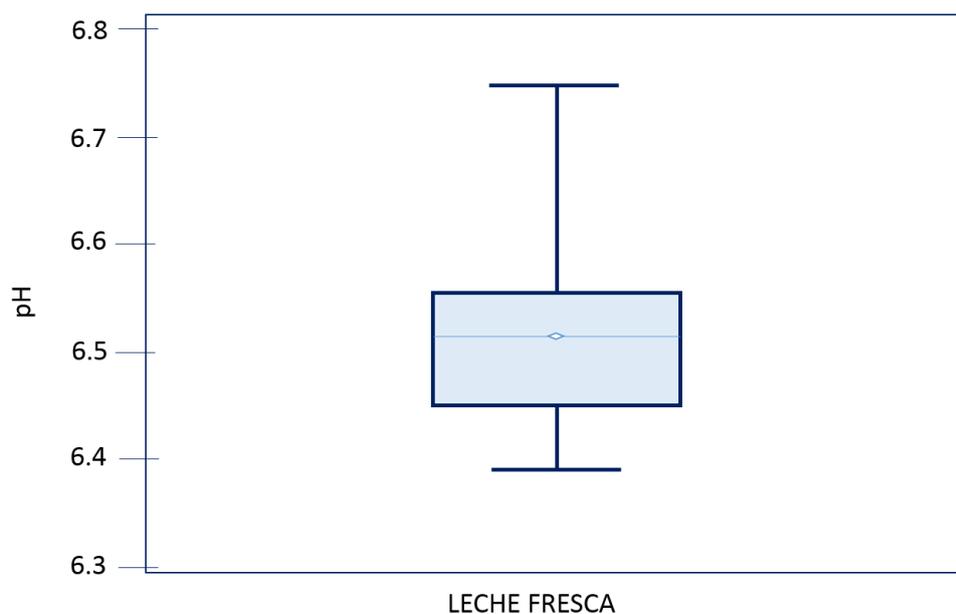
Según el tratamiento estadístico (Tabla 13) nos muestra que los valores de pH de las muestra de leche existe diferencias significativas entre muestras, debido a que el valor p es  $p < 0.001$  y el valor del Coeficiente de Variación es  $CV = 1.25\%$ , sin embargo, aunque el pH de las muestras de leche son

diferentes entre sí, los valores de pH no están muy alejados del pH promedio obtenida estadísticamente.

**Tabla N° 07. Valores de pH de Leche Fresca de los establos del Valle de Cajamarca**

| Nº    | 1            | 2                      | 3                | 4                       | 5                | 6                      | 7                                      | 8                   |
|-------|--------------|------------------------|------------------|-------------------------|------------------|------------------------|--|---------------------|
| Lugar | La Victoria  | Huacariz - San Ignacio | Tartar Agrícola  | El Bosque - Huayrapongo | El Bosque        | La Colpa L1            | La colpa L2                            | La colpa L3         |
| pH    | 6,55         | 6,45                   | 6,47             | 6,38                    | 6,39             | 6,62                   | 6,46                                   | 6,45                |
| Nº    | 9            | 10                     | 11               | 12                      | 13               | 14                     | 15                                     | 16                  |
| Lugar | Iscoconga L1 | Iscoconga L2           | Iscoconga L3     | La Colpa L4             | Huacariz         | Huacariz - San Antonio | Fundo Tartar Pecuario                  | Tartar Grande       |
| pH    | 6,56         | 6,53                   | 6,54             | 6,53                    | 6,44             | 6,46                   | 6,5                                    | 6,73                |
| Nº    | 17           | 18                     | 19               | 20                      | 21               | 22                     | 23                                     | 24                  |
| Lugar | El Porongo   | Tartar Grande L1       | Tartar Grande L2 | Otuzco                  | Alzamora Miranda | Bella Unión L1         | Bella Unión - Carretera Baños del Inca | Alzamora Miranda L2 |
| pH    | 6,55         | 6,72                   | 6,6              | 6,42                    | 6,54             | 6,48                   | 6,51                                   | 6,58                |
| Nº    | 25           | 26                     | 27               | 28                      | 29               | 30                     | 31                                     | 32                  |
| Lugar | El Zarco     | Bella Unión L2         | Santa Bárbara L1 | Santa Bárbara L2        | Santa Bárbara L3 | Otuzco L1              | Otuzco L2                              | Otuzco L3           |
| pH    | 6,49         | 6,48                   | 6,55             | 6,59                    | 6,58             | 6,61                   | 6,66                                   | 6,59                |

**Fuente:** Elaboración Propia. Dónde: L1: lugar 1, L2: Lugar 2, L3: Lugar 3.



**Figura 05:** Diagrama de caja y bigotes de los promedios de pH de las muestras de leche con valor p de  $p < 0.001$

#### 5.2.4 Prueba de la reductasa

Al realizar ésta prueba con las muestras recolectadas de los diferentes establos, ninguna se decoloró en 8 horas como se muestra en la (Tabla N° 10), por lo que se determina que la leche recolectada de los establos del Valle de Cajamarca se encuentran dentro de los valores establecidos por la Norma Técnica Peruana como se muestra en la (Tabla N° 04).

**Tabla N° 10. Valores de Prueba de la reductasa Leche Fresca de los establos del Valle de Cajamarca.**

| Nº                            | 1            | 2                      | 3                | 4                       | 5                | 6                      | 7                                      | 8                   |
|-------------------------------|--------------|------------------------|------------------|-------------------------|------------------|------------------------|--|---------------------|
| <b>Lugar</b>                  | La Victoria  | Huacariz - San Ignacio | Tartar Agrícola  | El Bosque - Huayrapongo | El Bosque        | La Colpa L1            | La colpa L2                            | La colpa L3         |
| <b>Prueba de la reductasa</b> | > 8 horas    | > 8 horas              | > 8 horas        | > 8 horas               | > 8 horas        | > 8 horas              | > 8 horas                              | > 8 horas           |
| Nº                            | 9            | 10                     | 11               | 12                      | 13               | 14                     | 15                                     | 16                  |
| <b>Lugar</b>                  | Iscoconga L1 | Iscoconga L2           | Iscoconga L3     | La Colpa L4             | Huacariz         | Huacariz - San Antonio | Fundo Tartar Pecuario                  | Tartar Grande       |
| <b>Prueba de la reductasa</b> | > 8 horas    | > 8 horas              | > 8 horas        | > 8 horas               | > 8 horas        | > 8 horas              | > 8 horas                              | > 8 horas           |
| Nº                            | 17           | 18                     | 19               | 20                      | 21               | 22                     | 23                                     | 24                  |
| <b>Lugar</b>                  | El Porongo   | Tartar Grande L1       | Tartar Grande L2 | Otuzco                  | Alzamora Miranda | Bella Unión L1         | Bella Unión - Carretera Baños del Inca | Alzamora Miranda L2 |
| <b>Prueba de la reductasa</b> | > 8 horas    | > 8 horas              | > 8 horas        | > 8 horas               | > 8 horas        | > 8 horas              | > 8 horas                              | > 8 horas           |
| Nº                            | 25           | 26                     | 27               | 28                      | 29               | 30                     | 31                                     | 32                  |
| <b>Lugar</b>                  | El Zarco     | Bella Unión L2         | Santa Bárbara L1 | Santa Bárbara L2        | Santa Bárbara L3 | Otuzco L1              | Otuzco L2                              | Otuzco L3           |

|                               |           |           |           |           |           |           |           |           |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Prueba de la reductasa</b> | > 8 horas |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|

**Fuente:** Elaboración Propia. Dónde: L1: lugar 1, L2: Lugar 2, L3: Lugar 3.

### 5.2.5 Prueba del alcohol

Al realizar esta prueba con las muestras de leche fresca recolectadas no hubo presencia de coagulación en los tubos de ensayo como se muestra en la (Tabla N° 11), por lo que se determina que la leche recolectada de los establos del Valle de Cajamarca se encuentran dentro de los valores establecidos por la Norma Técnica Peruana como se muestra en la (Tabla N° 04).

**Tabla N° 11. Prueba del alcohol de Leche Fresca de los establos del Valle de Cajamarca.**

| Nº                        | 1             | 2                      | 3                | 4                       | 5                | 6                      | 7                                      | 8                   |
|---------------------------|---------------|------------------------|------------------|-------------------------|------------------|------------------------|--|---------------------|
| <b>Lugar</b>              | La Victoria   | Huacariz - San Ignacio | Tartar Agrícola  | El Bosque - Huayrapongo | El Bosque        | La Colpa L1            | La colpa L2                            | La colpa L3         |
| <b>Prueba del alcohol</b> | No coagulable | No coagulable          | No coagulable    | No coagulable           | No coagulable    | No coagulable          | No coagulable                          | No coagulable       |
| Nº                        | 9             | 10                     | 11               | 12                      | 13               | 14                     | 15                                     | 16                  |
| <b>Lugar</b>              | Iscoconga L1  | Iscoconga L2           | Iscoconga L3     | La Colpa L4             | Huacariz         | Huacariz - San Antonio | Fundo Tartar Pecuario                  | Tartar Grande       |
| <b>Prueba del alcohol</b> | No coagulable | No coagulable          | No coagulable    | No coagulable           | No coagulable    | No coagulable          | No coagulable                          | No coagulable       |
| Nº                        | 17            | 18                     | 19               | 20                      | 21               | 22                     | 23                                     | 24                  |
| <b>Lugar</b>              | El Porongo    | Tartar Grande L1       | Tartar Grande L2 | Otuzco                  | Alzamora Miranda | Bella Unión L1         | Bella Unión - Carretera Baños del Inca | Alzamora Miranda L2 |

|                           |               |                |                  |                  |                  |               |               |               |
|---------------------------|---------------|----------------|------------------|------------------|------------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>Prueba del alcohol</b> | No coagulable | No coagulable  | No coagulable    | No coagulable    | No coagulable    | No coagulable | No coagulable | No coagulable |
| <b>Nº</b>                 | <b>25</b>     | <b>26</b>      | <b>27</b>        | <b>28</b>        | <b>29</b>        | <b>30</b>     | <b>31</b>     | <b>32</b>     |
| <b>Lugar</b>              | El Zarco      | Bella Unión L2 | Santa Bárbara L1 | Santa Bárbara L2 | Santa Bárbara L3 | Otuzco L1     | Otuzco L2     | Otuzco L3     |
| <b>Prueba del alcohol</b> | No coagulable | No coagulable  | No coagulable    | No coagulable    | No coagulable    | No coagulable | No coagulable | No coagulable |

**Fuente:** Elaboración Propia. Dónde: L1: lugar 1, L2: Lugar 2, L3: Lugar 3.

### 5.3 Características del ambiente de ordeño

Como se muestra en la (Tabla N° 12) las condiciones de obtención de leche fresca no es la adecuada ya que la materia prima obtenida está expuesta a contaminarse con facilidad, ya sea por el ambiente, por el agua, por la presencia de excremento, la presencia de otros animales, entre otros.

**Tabla N° 12:** Características del ambiente donde se recolectaron las muestras de leche fresca.

| Nº | Lugar                   | Ambiente          | Uniforme     | Tipo de agua para lavar ubre de la vaca | Tipo de recipientes donde almacenan la leche | Tipo de agua para lavar sus recipientes y utensilios | Presencia de moscas | Presencia de excremento en el área de ordeño | Presencia de otros animales en el área de ordeño |
|----|-------------------------|-------------------|--------------|---|--|--|---------------------|--|--|
| 1  | La Victoria             | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua potable con desinfectante          | Porongos de aluminio                         | Agua potable con detergente                          | No                  | No   | No   |
| 2  | Huacariz - San Ignacio  | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua potable con desinfectante          | Porongos de aluminio                         | Agua potable con detergente                          | No                  | Si   | No   |
| 3  | Tartar Agrícola         | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua potable con desinfectante          | Porongos de aluminio                         | Agua potable con detergente                          | No                  | No   | No   |
| 4  | El Bosque - Huayrapongo | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua potable con desinfectante          | Porongos de aluminio                         | Agua potable con detergente                          | No                  | No   | No   |
| 5  | El Bosque               | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua potable con desinfectante          | Porongos de aluminio                         | Agua potable con detergente                          | No                  | No   | No   |
| 6  | La Colpa L1             | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua potable sin desinfectante          | Porongos de aluminio                         | Agua potable con detergente                          | No                  | Si   | Si   |
| 7  | La colpa L2             | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua potable sin desinfectante          | Porongos de aluminio                         | Agua potable con detergente                          | Si                  | Si   | Si   |
| 8  | La colpa L3             | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua potable sin desinfectante          | Porongos de aluminio                         | Agua potable con detergente                          | Si                  | Si   | Si   |

|    |  |                   |              |                                   |                      |                                |    |    |    |
|----|--|-------------------|--------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------------|----|----|----|
| 9  | Iscoconga L1                           | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua potable sin desinfectante    | Porongos de aluminio | Agua potable con detergente    | No | Si | Si |
| 10 | Iscoconga L2                           | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua potable sin desinfectante    | Porongos de aluminio | Agua potable con detergente    | No | Si | Si |
| 11 | Iscoconga L3                           | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua potable sin desinfectante    | Porongos de aluminio | Agua potable con detergente    | No | Si | Si |
| 12 | La Colpa L4                            | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua potable sin desinfectante    | Porongos de aluminio | Agua potable con detergente    | Si | Si | Si |
| 13 | Huacariz                               | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua no potable sin desinfectante | Porongos de aluminio | Agua potable con detergente    | Si | Si | Si |
| 14 | Huacariz - San Antonio                 | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua potable sin desinfectante    | Porongos de aluminio | Agua potable con detergente    | No | Si | Si |
| 15 | Fundo Tartar Pecuario                  | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua potable con desinfectante    | Porongos de aluminio | Agua potable con detergente    | No | Si | Si |
| 16 | Tartar Grande                          | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua no potable sin desinfectante | Porongos de aluminio | Agua potable con detergente    | Si | Si | Si |
| 17 | El Porongo                             | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua no potable sin desinfectante | Porongos de aluminio | Agua potable con detergente    | No | Si | Si |
| 18 | Tartar Grande L1                       | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua no potable sin desinfectante | Porongos de aluminio | Agua potable con detergente    | No | Si | Si |
| 19 | Tartar Grande L2                       | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua no potable sin desinfectante | Porongos de aluminio | Agua potable con detergente    | No | Si | Si |
| 20 | Otuzco                                 | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua potable sin desinfectante    | Porongos de aluminio | Agua no potable con detergente | No | Si | Si |
| 21 | Alzamora Miranda                       | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua no potable sin desinfectante | Porongos de aluminio | Agua no potable con detergente | Si | Si | Si |
| 22 | Bella Unión L1                         | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua no potable sin desinfectante | Porongos de aluminio | Agua no potable con detergente | Si | Si | Si |
| 23 | Bella Unión - Carretera Baños del Inca | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua no potable sin desinfectante | Porongos de aluminio | Agua no potable con detergente | Si | Si | Si |
| 24 | Alzamora Miranda L2                    | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua no potable sin desinfectante | Porongos de aluminio | Agua no potable con detergente | Si | Si | Si |
| 25 | El Zarco                               | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua no potable sin desinfectante | Porongos de aluminio | Agua no potable con detergente | No | Si | Si |
| 26 | Bella Unión L2                         | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua no potable sin desinfectante | Porongos de aluminio | Agua no potable con detergente | Si | Si | Si |
| 27 | Santa Bárbara L1                       | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua no potable sin desinfectante | Porongos de aluminio | Agua no potable con detergente | No | Si | Si |

|    |                  |                   |              |                                   |                      |                                |    |    |    |
|----|------------------|-------------------|--------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------------|----|----|----|
| 28 | Santa Bárbara L2 | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua no potable sin desinfectante | Porongos de aluminio | Agua no potable con detergente | No | Si | Si |
| 29 | Santa Bárbara L3 | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua no potable sin desinfectante | Porongos de aluminio | Agua no potable con detergente | No | Si | Si |
| 30 | Otuzco L1        | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua potable sin desinfectante    | Porongos de aluminio | Agua potable con detergente    | No | Si | Si |
| 31 | Otuzco L2        | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua potable sin desinfectante    | Porongos de aluminio | Agua potable con detergente    | No | Si | Si |
| 32 | Otuzco L3        | Pastos Cultivados | Sin uniforme | Agua potable sin desinfectante    | Porongos de aluminio | Agua potable con detergente    | Si | Si | Si |

**Fuente:** Elaboración Propia. Dónde: L1: lugar 1, L2: Lugar 2, L3: Lugar 3

#### 5.4 Resultados del Análisis Estadístico

El análisis estadístico se realizó con la prueba de T Student, que es una prueba de comparación de medidas entre los diferentes establos donde se recolectó las muestras de leche. La prueba de comparación múltiple de T de Student, (Tabla 14) nos indica que en los parámetros de calidad analizados existen diferencias entre sí ( $p < 0.001$ ), pero estos valores están dentro de lo establecido por la Norma Técnica Peruana, a excepción del valor densidad que se encuentra por debajo de los valores requeridos para leche fresca. Por otro lado los valores de coeficiente de variación (CV) y límites de confianza, indican que los resultados obtenidos en esta investigación son confiables, y que no existieron factores externos que alteraran los resultados obtenidos, es decir, los resultados obtenidos en esta investigación son confiables por tener una precisión del 95%.

A continuación se muestra el desarrollo para la obtención de los valores estadísticos con la prueba de t-student.

**pH**

✓ **Promedio**

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n xi}{n}$$

$$X = \frac{209.03}{32}$$

$$X = 6.53$$

✓ **Desviación estandar**

$$S = \sqrt{\frac{\sum(Xi - X)^2}{n}}$$

$$S = \sqrt{\frac{0.229}{32}}$$

$$S = 0.0072$$

✓ **Coficiente de variación**

$$Cv = \frac{s}{x} \times 100$$

$$Cv = \frac{0.0072}{6.53} \times 100$$

$$Cv = 1.25\%$$

✓ **Límites de confianza**

$$P(X - t\alpha/2 \frac{s}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq X + t\alpha/2 \frac{s}{\sqrt{n}}) = 1-\alpha$$

Dónde:

$$n=32$$

$$\alpha= 0.05$$

$$X=6.53$$

$$S^2=0.0072$$

$$\alpha/2 = 0.0025$$

$$t_{0.0025 (32)}=2.0378$$

$$6.53 - 2.0378 \times 0.015 \leq \mu \leq 6.53 + 2.0378 \times 0.015$$

$$6.499 \leq \mu \leq 6.56$$

**Sólidos solubles**

**Promedio**

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n xi}{n}$$

$$X = \frac{290.70}{32}$$

$$X = 9.08$$

### Desviación estandar

$$S = \sqrt{\frac{\sum(Xi - X)^2}{n}}$$

$$S = \sqrt{\frac{8.76}{32}}$$

$$S = 0.28$$

### Coefficiente de variación

$$Cv = \frac{S}{x} \times 100$$

$$Cv = \frac{0.28}{9.08} \times 100$$

$$Cv = 3.08\%$$

### Límites de confianza

$$P\left(X - t_{\alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq X + t_{\alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}}\right) = 1-\alpha$$

Dónde:

$$n=32$$

$$\alpha= 0.05$$

$$X= 9.08$$

$$S= 0.28$$

$$\alpha/2 = 0.0025$$

$$t_{0.0025} (32)=2.0378$$

$$1.027 - 2.0378 \times 0.0495 \leq \mu \leq 1.027 + 2.0378 \times 0.0495$$

$$8.89 \leq \mu \leq 9.27$$

## VI. CONCLUSIONES

- ✓ Los análisis físico-químicos de las muestras de leche fresca recolectada de los establos del Valle de Cajamarca son acidez 0.164 gr ácido láctico / 100 gr de leche y pH 6.53, Sólidos Solubles 9.08, densidad 1.027 g/ml, prueba del alcohol sin presencia de coagulación y prueba de la reductasa mayor a 8 horas.
- ✓ Los parámetros físico-químicos mencionados y los parámetros organolépticos indican que la leche obtenida de los establos del valle de Cajamarca es de calidad aceptable.
- ✓ La leche fresca obtenida de establos del valle de Cajamarca se encuentran dentro de los rangos establecidos por la Norma Técnica Peruana (pH 6.4 a 6.7, acidez 14 a 18°Dornic, Sólidos Solubles 8.2, densidad 1.029 g/ml, prueba de la reductasa menor a 3 horas y prueba del alcohol no coagulable), sólo los valores de densidad se encuentran por debajo de los valores que establece la norma Técnica Peruana.
- ✓ Según los resultados estadísticos el valor p es de  $p < 0.001$  para todos los valores evaluados por lo que los valores de las muestras de leche fresca evaluadas presentan diferencias significativas, el coeficiente de variación es menor a 6% por lo que indica que la variación de los datos obtenidos no son dispersos respecto a las medias obtenidos.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- ✓ Se recomienda implementar a los ganaderos del valle de Cajamarca las buenas prácticas de ordeño, buenas prácticas de higiene para obtener leche de buena calidad.
  
- ✓ Promover capacitaciones sobre buenas prácticas ganaderas, utilización de equipos básicos para análisis de leche, para mejorar el monitoreo interno de vacunos y materia prima.
  
- ✓ Este trabajo de investigación se puede mejorar realizando los análisis microbiológicos.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

Alais, Ch. 1980. Ciencia de la Leche. Principio de Tecnología Lechera. Editorial Reverté. S.A. España.

Alais, Ch. 1986. Ciencia de la Leche. 5ta Edición. Editorial Continental. México DF. México.

Bath L., N. Dickinson, H. Tucker y Appleman. 1987. Ganado Lechero: Principios, Prácticas, Problemas y Beneficios. 2da Edición. Editorial Interamericana. S.A. México.

Cotrino y Gavira 2006. Cómo se determina la calidad microbiana de la leche cruda. Parte I. LMV Ltda. [web en línea.]; URL disponible en: <http://lmvltada.com/programas/index.html#articulos>. Parte II. LMV Ltda. [web en línea]; URL disponible en: <http://lmvltada.com/programas/ar05.html>.

Celiz y Juarez (2009). Seminario de Procesos Fundamentales Físico-Químicos y Microbiológicos. Especialización y Maestría en Medio Ambiente. Universidad Tecnológica Nacional. Argentina.

Hernández S. H. 2009. Análisis Físico – Químico, Organoléptico Y Microbiológico De La Leche Que Se Recibe Como Materia Prima Dentro Del Taller De Lácteos De La F.M.V.Z. México.

Hernández R. R. 2004. Para Mejorar la Calidad de Leche. Ediciones El Poronguito, Gloria S.A.

INDECIPI 2010. NTP202.001. Leche y Productos Lácteos. Leche Cruda. Lima-Perú.

Keating, P. Francis, Gaona R. Homero. 2002. Introducción a la lactología Edit. Limosa DF. México.

Maynard L., J. Loosli, H. Hintz, y R. Warner. 1981. Nutrición Animal. 4ta Edición. Editorial McGraw-Hill. México.

Ministerio De Agricultura Cajamarca (MINANG) 2008.

Ministerio De Agricultura Y Riego 2009. Producción De Leche Fresca En El Perú. Disponible en (<http://www.minag.gob.pe/portal/notas-de-prensa/2009/2206-produccion-de-leche-fresca-en-el-peru-crece-a-una-tasa-anual-de-5>)

Nasanovsky M., Garijo R. y Kimmich R, 2006. La lechería. Disponible en (<http://m.sb-10.com/biolog/2700/index.html>)

NTP 202.001:2003 (Leches Y Productos Lácteos – Leche Cruda Definición Y Requisitos). Perú. /Norma Peruana/Norma Técnica Nacional/ Leche Cruda/ITINTEC.

García R. P. 2007. Control de Calidad de Leche Fresca de Vaca. Disponible en([http://www.csicsif.es/andalucia/modules/mod\\_ense/revista/pdf/Numero\\_12/M\\_PAZ\\_GARCIA\\_1.pdf](http://www.csicsif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_12/M_PAZ_GARCIA_1.pdf))

Pérez, C. 2002. Estadística aplicada a través de Excel. Prentice Hall, Madrid, 616 pp.

Reyes Arreguín B. R.; Soltero Gardea S. 2003. Microbiología de la Leche Cruda de Vaca. México.

Rodríguez, M. J. 1983. Análisis de alimentos de leche y derivados. Pueblo y Educación. D.F. México.

Revilla, 1983. Tecnología de la leche. 5ª edición, Ed. Herrero Hermanos, México.

Salhuana J. 2008. Prácticas de Industria Láctea. Universidad Nacional de Cajamarca.

Santos, M. A. 1998. Leche y sus derivados, Edit. Trillas, México D.F.

Spreer E. 1991. Lactología Industrial. Editorial Acribia. Zaragoza – España.

Taverna A. 2005. La Calidad de la Leche y de los Quesos. EEA-Rafaela del INTA. Argentina.

Universidad De Zulia. 2003. Control de Calidad de Leche Fresca. Maracaibo.

Universidad de Murcia 2010. Higiene, Inspección y Control alimentario  
Práctica 2 - Determinación de la calidad higiénica de la leche.

Vargas M. J. 1999. Elaboración de Productos Lácteos. Universidad Nacional  
Agraria la Molina. Lima-Perú.

Varnam H. Y Sutherland J. 1995. Leche y Productos Lácteos. Tecnología  
Química y Microbiología. Editorial Acribia. Zaragoza – España

Vásquez A., V. 2013. Experimentación Agrícola. Editorial CONCYTEC.  
Lima, Perú.

Veisseyere, Roger. 1980. Lactología Técnica. 2ª Edic. Edit, Acribia, Zaragoza,  
España.

Vibart R.E.V. Fellener J.C. Burns G.B. Huntington y T. Green J.R. 2008.  
Performance of Lactating Dairy Cows Fed Varying Levels of Total Mixed  
Ration and Pastures. Journal of Dairy Research.

Walstra, P.; Geurts T. J.; Nommén; A.; Jellema, A Yvan; Boekel, M.A.J.S.  
(2001). Ciencia de la Leche y Tecnología de los Productos Lácteos. Editorial  
Acribia S.A. Zaragoza, España.

## **IX. ANEXOS**

### **9.1 Recolección de Muestras**

#### **9.1.1 Ordeño**



**Figura 06:** Ordeño

#### **9.1.2 Tamizado y Recepción el Porongos de Aluminio**



**Figura 07:** Recepción y tamizado de leche fresca

### 9.1.3 Elección al Azar de las Muestras



**Figura 08:** Elección al azar de la muestras de leche fresca

## 9.2 Análisis en Laboratorio:

### 9.2.1 Medición de pH



**Figura 09:** Medición de pH

### 9.2.2 Medición de Temperatura



**Figura 10:** Medición de Temperatura

### 9.2.3 Medición de Densidad



**Figura 11:** Medición de densidad

#### 9.2.4 Medición de Sólidos Solubles



**Figura 12:** Medición de Sólidos Solubles

#### 9.2.5 Prueba de Acidez



**Figura 13:** Prueba de Acidez en leche fresca

### 9.2.6 Prueba de la Reductasa



**Figura 14:** Prueba de la Reductasa



**Figura 15:** Prueba de la Reductasa



**Figura 16:** Prueba de la Reductasa

### 9.2.7 Prueba del Alcohol



**Figura 17:** Prueba del Alcohol

### 9.3 Tabla de Valores Obtenidos Durante el Análisis de Muestras

**Tabla 13:** Valores obtenidos durante el análisis de leche fresca

| N° | Lugar                   | Muestra | Temperatura (°C) | Promedio Temperatura | pH   | Promedio pH | Densidad (A 15°C) | Densidad Corregida | Promedio Densidad | Sólidos Solubles | Promedio Sólidos Solubles | Acidez (gr de ácido láctico/100gr de leche) |      |          | Promedio De Acidez | Grados Dornic | Promedio Grados Dornic | Prueba De La Reductasa | Prueba Del Alcohol |
|----|-------------------------|---------|------------------|----------------------|------|-------------|-------------------|--------------------|-------------------|------------------|---------------------------|---|------|----------|--------------------|---------------|------------------------|------------------------|--------------------|
|    |                         |         |                  |                      |      |             |                   |                    |                   |                  |                           | M1  | M2   | Promedio |                    |               |                        |                        |                    |
| 1  | La Victoria             | M1      | 25               | 25,00                | 6,60 | 6,55        | 1,025             | 1,027              | 1,0280            | 8,5              | 9,23                      | 0,17  | 0,16 | 0,165    | 0,163              | 16,5          | 16,33                  | Mayor a 8 horas        | Negativo           |
|    |                         | M2      | 25               |                      | 6,54 |             | 1,027             | 1,029              |                   | 10,3             |                           | 0,16  | 0,17 | 0,165    |                    | 16,5          |                        | Mayor a 8 horas        | Negativo           |
|    |                         | M3      | 25               |                      | 6,51 |             | 1,026             | 1,028              |                   | 8,9              |                           | 0,16  | 0,17 | 0,16     |                    | 16,0          |                        | Mayor a 8 horas        | Negativo           |
| 2  | Huacariz - San Ignacio  | M1      | 25               | 25,00                | 6,47 | 6,45        | 1,026             | 1,028              | 1,0283            | 10,1             | 9,67                      | 0,17  | 0,16 | 0,165    | 0,165              | 16,5          | 16,50                  | Mayor a 8 horas        | Negativo           |
|    |                         | M2      | 25               |                      | 6,45 |             | 1,0265            | 1,029              |                   | 9,8              |                           | 0,16  | 0,16 | 0,16     |                    | 16,0          |                        | Mayor a 8 horas        | Negativo           |
|    |                         | M3      | 25               |                      | 6,43 |             | 1,0265            | 1,029              |                   | 9,1              |                           | 0,17  | 0,17 | 0,17     |                    | 17,0          |                        | Mayor a 8 horas        | Negativo           |
| 3  | Tartar Agrícola         | M1      | 25               | 25,00                | 6,51 | 6,47        | 1,027             | 1,029              | 1,0283            | 9,1              | 8,33                      | 0,18  | 0,18 | 0,18     | 0,17               | 18,0          | 17,00                  | Mayor a 8 horas        | Negativo           |
|    |                         | M2      | 25               |                      | 6,44 |             | 1,026             | 1,028              |                   | 7,3              |                           | 0,17  | 0,15 | 0,16     |                    | 16,0          |                        | Mayor a 8 horas        | Negativo           |
|    |                         | M3      | 25               |                      | 6,46 |             | 1,026             | 1,028              |                   | 8,6              |                           | 0,17  | 0,17 | 0,17     |                    | 17,0          |                        | Mayor a 8 horas        | Negativo           |
| 4  | El Bosque - Huayrapongo | M1      | 25               | 25,00                | 6,38 | 6,38        | 1,026             | 1,028              | 1,0280            | 9,5              | 9,50                      | 0,18  | 0,17 | 1,75     | 0,172              | 17,5          | 17,17                  | Mayor a 8 horas        | Negativo           |
|    |                         | M2      | 25               |                      | 6,37 |             | 1,026             | 1,028              |                   | 10               |                           | 0,17  | 0,15 | 0,16     |                    | 16,0          |                        | Mayor a 8 horas        | Negativo           |
|    |                         | M3      | 25               |                      | 6,38 |             | 1,026             | 1,028              |                   | 9                |                           | 0,18  | 0,18 | 0,18     |                    | 18,0          |                        | Mayor a 8 horas        | Negativo           |
| 5  | El Bosque               | M1      | 25               | 25,00                | 6,38 | 6,39        | 1,025             | 1,027              | 1,0270            | 9,3              | 9,03                      | 0,16  | 0,17 | 0,165    | 0,167              | 16,5          | 16,67                  | Mayor a 8 horas        | Negativo           |
|    |                         | M2      | 25               |                      | 6,39 |             | 1,025             | 1,027              |                   | 8,6              |                           | 0,17  | 0,16 | 0,165    |                    | 16,5          |                        | Mayor a 8 horas        | Negativo           |
|    |                         | M3      | 25               |                      | 6,4  |             | 1,025             | 1,027              |                   | 9,2              |                           | 0,17  | 0,17 | 0,17     |                    | 17,0          |                        | Mayor a 8 horas        | Negativo           |
| 6  | La Colpa L1             | M1      | 25               | 25,00                | 6,66 | 6,62        | 1,026             | 1,028              | 1,0287            | 10,1             | 9,37                      | 0,16  | 0,16 | 0,16     | 0,163              | 16,0          | 16,33                  | Mayor a 8 horas        | Negativo           |
|    |                         | M2      | 25               |                      | 6,61 |             | 1,027             | 1,029              |                   | 8,1              |                           | 0,16  | 0,16 | 0,16     |                    | 16,0          |                        | Mayor a 8 horas        | Negativo           |
|    |                         | M3      | 25               |                      | 6,59 |             | 1,027             | 1,029              |                   | 9,9              |                           | 0,17  | 0,17 | 0,17     |                    | 17,0          |                        | Mayor a 8 horas        | Negativo           |
| 7  | La colpa L2             | M1      | 25               | 25,00                | 6,46 | 6,46        | 1,026             | 1,028              | 1,0280            | 10,2             | 10,33                     | 0,18  | 0,17 | 0,175    | 0,167              | 17,5          | 16,67                  | Mayor a 8 horas        | Negativo           |
|    |                         | M2      | 25               |                      | 6,46 |             | 1,026             | 1,028              |                   | 10,7             |                           | 0,17  | 0,16 | 1,65     |                    | 16,5          |                        | Mayor a 8 horas        | Negativo           |
|    |                         | M3      | 25               |                      | 6,45 |             | 1,026             | 1,028              |                   | 10,1             |                           | 0,17  | 0,15 | 0,16     |                    | 16,0          |                        | Mayor a 8 horas        | Negativo           |
| 8  | La colpa L3             | M1      | 25               | 25,00                | 6,46 | 6,45        | 1,027             | 1,029              | 1,0292            | 10,5             | 10,23                     | 0,17  | 0,16 | 0,165    | 0,165              | 16,5          | 16,50                  | Mayor a 8 horas        | Negativo           |
|    |                         | M2      | 25               |                      | 6,44 |             | 1,027             | 1,029              |                   | 9,5              |                           | 0,17  | 0,17 | 0,17     |                    | 17,0          |                        | Mayor a 8 horas        | Negativo           |
|    |                         | M3      | 25               |                      | 6,45 |             | 1,0275            | 1,030              |                   | 10,7             |                           | 0,16  | 0,16 | 0,16     |                    | 16,0          |                        | Mayor a 8 horas        | Negativo           |
| 9  | Iscoconga L1            | M1      | 30               | 30,00                | 6,62 | 6,56        | 1,024             | 1,027              | 1,0270            | 9,2              | 9,30                      | 0,18  | 0,18 | 0,18     | 0,17               | 18,0          | 17,00                  | Mayor a 8 horas        | Negativo           |
|    |                         | M2      | 30               |                      | 6,54 |             | 1,024             | 1,027              |                   | 9,6              |                           | 0,17  | 0,16 | 0,165    |                    | 16,5          |                        | Mayor a 8 horas        | Negativo           |
|    |                         | M3      | 30               |                      | 6,52 |             | 1,024             | 1,027              |                   | 9,1              |                           | 0,17  | 0,16 | 0,165    |                    | 16,5          |                        | Mayor a 8 horas        | Negativo           |

|    |                        |    |      |       |      |      |        |       |        |     |      |      |      |       |       |      |       |                 |          |
|----|------------------------|----|------|-------|------|------|--------|-------|--------|-----|------|------|------|-------|-------|------|-------|-----------------|----------|
| 10 | Iscoconga L2           | M1 | 30   | 30,00 | 6,53 | 6,53 | 1,024  | 1,027 | 1,0270 | 8,4 | 9,03 | 0,16 | 0,16 | 0,16  | 0,163 | 16,0 | 16,33 | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |                        | M2 | 30   |       | 6,54 |      | 1,024  | 1,027 |        | 9,4 |      | 0,16 | 0,16 | 0,16  |       | 16,5 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |                        | M3 | 30   |       | 6,53 |      | 1,024  | 1,027 |        | 9,3 |      | 0,16 | 0,16 | 0,165 |       | 16,5 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
| 11 | Iscoconga L3           | M1 | 30   | 30,00 | 6,54 | 6,54 | 1,025  | 1,028 | 1,0280 | 8,7 | 9,00 | 0,17 | 0,16 | 0,16  | 1,68  | 16,5 | 16,83 | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |                        | M2 | 30   |       | 6,54 |      | 1,025  | 1,028 |        | 9,1 |      | 0,17 | 0,17 | 0,17  |       | 17,0 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |                        | M3 | 30   |       | 6,54 |      | 1,025  | 1,028 |        | 9,2 |      | 0,17 | 0,17 | 0,17  |       | 17,0 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
| 12 | La Colpa L4            | M1 | 25,5 | 25,50 | 6,56 | 6,53 | 1,026  | 1,028 | 1,0288 | 7,7 | 8,77 | 0,16 | 0,16 | 0,16  | 0,162 | 16,0 | 16,17 | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |                        | M2 | 25,5 |       | 6,52 |      | 1,027  | 1,029 |        | 9,2 |      | 0,16 | 0,17 | 0,165 |       | 16,5 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |                        | M3 | 25,5 |       | 6,51 |      | 1,027  | 1,029 |        | 9,4 |      | 0,16 | 0,16 | 0,16  |       | 16,0 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
| 13 | Huacariz               | M1 | 25   | 25,00 | 6,45 | 6,44 | 1,026  | 1,028 | 1,0280 | 7,4 | 8,63 | 0,16 | 0,17 | 0,165 | 0,167 | 16,5 | 16,67 | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |                        | M2 | 25   |       | 6,44 |      | 1,026  | 1,028 |        | 9,5 |      | 0,17 | 0,18 | 0,175 |       | 17,5 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |                        | M3 | 25   |       | 6,44 |      | 1,026  | 1,028 |        | 9   |      | 0,16 | 0,16 | 0,16  |       | 16,0 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
| 14 | Huacariz - San Antonio | M1 | 25,5 | 25,50 | 6,46 | 6,46 | 1,027  | 1,029 | 1,0294 | 9,4 | 9,37 | 0,16 | 0,15 | 0,155 | 0,16  | 15,5 | 16,00 | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |                        | M2 | 25,5 |       | 6,46 |      | 1,027  | 1,029 |        | 9,6 |      | 0,17 | 0,16 | 0,165 |       | 16,5 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |                        | M3 | 25,5 |       | 6,47 |      | 1,028  | 1,030 |        | 9,1 |      | 0,16 | 0,16 | 0,16  |       | 16,0 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
| 15 | Fundo Tartar Pecuario  | M1 | 28   | 28,00 | 6,55 | 6,50 | 1,025  | 1,028 | 1,0276 | 9,5 | 9,47 | 0,15 | 0,17 | 0,16  | 0,16  | 16,0 | 16,00 | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |                        | M2 | 28   |       | 6,48 |      | 1,025  | 1,028 |        | 9,4 |      | 0,16 | 0,17 | 0,165 |       | 16,5 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |                        | M3 | 28   |       | 6,47 |      | 1,025  | 1,028 |        | 9,5 |      | 0,16 | 0,15 | 0,155 |       | 15,5 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
| 16 | Tartar Grande          | M1 | 28   | 28,00 | 6,72 | 6,73 | 1,024  | 1,027 | 1,0268 | 8,6 | 8,63 | 0,17 | 0,17 | 0,17  | 0,165 | 17,0 | 16,50 | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |                        | M2 | 28   |       | 6,73 |      | 1,024  | 1,027 |        | 8,4 |      | 0,17 | 0,16 | 0,165 |       | 16,5 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |                        | M3 | 28   |       | 6,74 |      | 1,0245 | 1,027 |        | 8,9 |      | 0,15 | 0,17 | 0,16  |       | 16,0 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
| 17 | El Porongo             | M1 | 28   | 28,00 | 6,55 | 6,55 | 1,024  | 1,027 | 1,0266 | 8,7 | 8,70 | 0,16 | 0,16 | 0,135 | 0,152 | 13,5 | 15,17 | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |                        | M2 | 28   |       | 6,55 |      | 1,024  | 1,027 |        | 8,5 |      | 0,16 | 0,15 | 0,155 |       | 15,5 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |                        | M3 | 28   |       | 6,55 |      | 1,024  | 1,027 |        | 8,9 |      | 0,16 | 0,17 | 0,165 |       | 16,5 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
| 18 | Tartar Grande L1       | M1 | 27   | 27,00 | 6,75 | 6,72 | 1,025  | 1,027 | 1,0274 | 9,1 | 8,97 | 0,17 | 0,16 | 0,165 | 0,165 | 16,5 | 16,50 | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |                        | M2 | 27   |       | 6,70 |      | 1,025  | 1,027 |        | 9,3 |      | 0,17 | 0,17 | 0,17  |       | 17,0 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |                        | M3 | 27   |       | 6,70 |      | 1,025  | 1,027 |        | 8,5 |      | 0,16 | 0,16 | 0,16  |       | 16,0 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
| 19 | Tartar Grande L2       | M1 | 27   | 27,00 | 6,61 | 6,60 | 1,024  | 1,026 | 1,0271 | 8,5 | 8,13 | 0,17 | 0,17 | 0,17  | 0,172 | 17,0 | 17,17 | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |                        | M2 | 27   |       | 6,60 |      | 1,025  | 1,027 |        | 8,1 |      | 0,18 | 0,17 | 0,175 |       | 17,5 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |                        | M3 | 27   |       | 6,60 |      | 1,025  | 1,027 |        | 7,8 |      | 0,17 | 0,17 | 0,17  |       | 17,0 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |

|    |  |    |      |       |      |      |        |       |        |     |      |      |      |       |       |      |       |                 |          |
|----|--|----|------|-------|------|------|--------|-------|--------|-----|------|------|------|-------|-------|------|-------|-----------------|----------|
| 20 | Otuzco                                 | M1 | 27   | 27,00 | 6,45 | 6,42 | 1,025  | 1,027 | 1,0274 | 10  | 9,57 | 0,16 | 0,16 | 0,16  | 0,163 | 16,0 | 16,33 | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |  | M2 | 27   |       | 6,41 |      | 1,025  | 1,027 |        | 9,2 |      | 0,17 | 0,16 | 0,165 |       | 16,5 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |  | M3 | 27   |       | 6,41 |      | 1,025  | 1,027 |        | 9,5 |      | 0,16 | 0,17 | 0,165 |       | 16,5 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
| 21 | Alzamora Miranda                       | M1 | 28   | 28,00 | 6,59 | 6,54 | 1,025  | 1,028 | 1,0276 | 8,1 | 8,57 | 0,16 | 0,16 | 0,16  | 0,163 | 16,0 | 16,33 | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |  | M2 | 28   |       | 6,53 |      | 1,025  | 1,028 |        | 8,7 |      | 0,16 | 0,16 | 0,16  |       | 16,0 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |  | M3 | 28   |       | 6,51 |      | 1,025  | 1,028 |        | 8,9 |      | 0,17 | 0,17 | 0,17  |       | 17,0 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
| 22 | Bella Unión L1                         | M1 | 27   | 27,00 | 6,48 | 6,48 | 1,025  | 1,027 | 1,0274 | 8,8 | 8,43 | 0,17 | 0,15 | 0,16  | 0,16  | 16,0 | 16,00 | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |  | M2 | 27   |       | 6,48 |      | 1,025  | 1,027 |        | 7,8 |      | 0,15 | 0,16 | 0,155 |       | 15,5 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |  | M3 | 27   |       | 6,48 |      | 1,025  | 1,027 |        | 8,7 |      | 0,17 | 0,16 | 0,165 |       | 16,5 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
| 23 | Bella Unión - Carretera Baños del Inca | M1 | 26   | 26,00 | 6,52 | 6,51 | 1,026  | 1,028 | 1,0289 | 7,8 | 8,03 | 0,17 | 0,17 | 0,17  | 0,163 | 17,0 | 16,33 | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |  | M2 | 26   |       | 6,51 |      | 1,027  | 1,029 |        | 6,7 |      | 0,16 | 0,15 | 0,155 |       | 15,5 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |  | M3 | 26   |       | 6,51 |      | 1,027  | 1,029 |        | 9,6 |      | 0,16 | 0,17 | 0,165 |       | 16,5 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
| 24 | Alzamora Miranda L2                    | M1 | 29,5 | 29,50 | 6,63 | 6,58 | 1,026  | 1,029 | 1,0282 | 9,1 | 9,20 | 0,17 | 0,17 | 0,17  | 0,17  | 17,0 | 17,00 | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |  | M2 | 29,5 |       | 6,56 |      | 1,025  | 1,028 |        | 9,3 |      | 0,17 | 0,16 | 0,165 |       | 16,5 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |  | M3 | 29,5 |       | 6,56 |      | 1,025  | 1,028 |        | 9,2 |      | 0,18 | 0,17 | 0,175 |       | 17,5 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
| 25 | El Zarco                               | M1 | 29   | 29,00 | 6,49 | 6,49 | 1,026  | 1,029 | 1,0281 | 9   | 9,27 | 0,17 | 0,16 | 0,165 | 0,163 | 16,5 | 16,33 | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |  | M2 | 29   |       | 6,49 |      | 1,025  | 1,028 |        | 9,4 |      | 0,16 | 0,15 | 0,155 |       | 15,5 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |  | M3 | 29   |       | 6,49 |      | 1,025  | 1,028 |        | 9,4 |      | 0,17 | 0,17 | 0,17  |       | 17,0 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
| 26 | Bella Unión L2                         | M1 | 29   | 29,00 | 6,47 | 6,48 | 1,0245 | 1,027 | 1,0273 | 8,8 | 8,77 | 0,17 | 0,16 | 0,165 | 0,163 | 16,5 | 16,33 | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |  | M2 | 29   |       | 6,48 |      | 1,0245 | 1,027 |        | 8,7 |      | 0,17 | 0,16 | 0,165 |       | 16,5 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |  | M3 | 29   |       | 6,48 |      | 1,0245 | 1,027 |        | 8,8 |      | 0,16 | 0,16 | 0,16  |       | 16,0 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
| 27 | Santa Bárbara L1                       | M1 | 20   | 20,00 | 6,59 | 6,55 | 1,026  | 1,027 | 1,0267 | 8,7 | 8,97 | 0,16 | 0,16 | 0,16  | 0,16  | 16,0 | 16,00 | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |  | M2 | 20   |       | 6,53 |      | 1,025  | 1,026 |        | 9,2 |      | 0,17 | 0,15 | 0,16  |       | 16,0 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |  | M3 | 20   |       | 6,53 |      | 1,026  | 1,027 |        | 9   |      | 0,15 | 0,17 | 0,16  |       | 16,0 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
| 28 | Santa Bárbara L2                       | M1 | 20   | 20,00 | 6,59 | 6,59 | 1,026  | 1,027 | 1,0270 | 8,6 | 9,23 | 0,17 | 0,17 | 0,17  | 0,167 | 17,0 | 16,67 | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |  | M2 | 20   |       | 6,59 |      | 1,026  | 1,027 |        | 9,3 |      | 0,16 | 0,17 | 0,165 |       | 16,5 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |  | M3 | 20   |       | 6,60 |      | 1,026  | 1,027 |        | 9,8 |      | 0,16 | 0,17 | 0,165 |       | 16,5 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
| 29 | Santa Bárbara L3                       | M1 | 20   | 20,00 | 6,58 | 6,58 | 1,025  | 1,026 | 1,0267 | 9,4 | 9,10 | 0,16 | 0,16 | 0,16  | 0,163 | 16,0 | 16,33 | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |  | M2 | 20   |       | 6,58 |      | 1,026  | 1,027 |        | 8,8 |      | 0,17 | 0,16 | 0,165 |       | 16,5 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |
|    |  | M3 | 20   |       | 6,58 |      | 1,026  | 1,027 |        | 9,1 |      | 0,17 | 0,16 | 0,165 |       | 16,5 |       | Mayor a 8 horas | Negativo |

|                     |           |    |    |              |      |             |       |       |               |     |              |      |      |       |              |      |              |                 |          |
|---------------------|-----------|----|----|--------------|------|-------------|-------|-------|---------------|-----|--------------|------|------|-------|--------------|------|--------------|-----------------|----------|
| 30                  | Otuzco L1 | M1 | 20 | <b>20,00</b> | 6,64 | <b>6,61</b> | 1,024 | 1,025 | <b>1,0257</b> | 8,9 | <b>8,80</b>  | 0,17 | 0,17 | 0,17  | <b>0,168</b> | 17,0 | <b>16,83</b> | Mayor a 8 horas | Negativo |
|                     |           | M2 | 20 |              | 6,60 |             | 1,025 | 1,026 |               | 9   |              | 0,16 | 0,17 | 0,165 |              | 16,5 |              | Mayor a 8 horas | Negativo |
|                     |           | M3 | 20 |              | 6,59 |             | 1,025 | 1,026 |               | 8,5 |              | 0,17 | 0,17 | 0,17  |              | 17,0 |              | Mayor a 8 horas | Negativo |
| 31                  | Otuzco L2 | M1 | 20 | <b>20,00</b> | 6,66 | <b>6,66</b> | 1,026 | 1,027 | <b>1,0270</b> | 9   | <b>9,27</b>  | 0,17 | 0,17 | 0,17  | <b>0,162</b> | 17,0 | <b>16,17</b> | Mayor a 8 horas | Negativo |
|                     |           | M2 | 20 |              | 6,66 |             | 1,026 | 1,027 |               | 9,1 |              | 0,17 | 0,15 | 0,16  |              | 16,0 |              | Mayor a 8 horas | Negativo |
|                     |           | M3 | 20 |              | 6,67 |             | 1,026 | 1,027 |               | 9,7 |              | 0,15 | 0,16 | 0,155 |              | 15,5 |              | Mayor a 8 horas | Negativo |
| 32                  | Otuzco L3 | M1 | 20 | <b>20,00</b> | 6,59 | <b>6,59</b> | 1,027 | 1,028 | <b>1,0280</b> | 9,7 | <b>9,80</b>  | 0,15 | 0,17 | 0,16  | <b>0,158</b> | 16,0 | <b>15,83</b> | Mayor a 8 horas | Negativo |
|                     |           | M2 | 20 |              | 6,58 |             | 1,027 | 1,028 |               | 9,9 |              | 0,16 | 0,16 | 0,16  |              | 16,0 |              | Mayor a 8 horas | Negativo |
|                     |           | M3 | 20 |              | 6,59 |             | 1,027 | 1,028 |               | 9,8 |              | 0,16 | 0,15 | 0,155 |              | 15,5 |              | Mayor a 8 horas | Negativo |
| <b>Promedio</b>     |           |    |    | <b>25,61</b> |      | <b>6,38</b> |       |       | <b>1,0276</b> |     | <b>9,08</b>  |      |      |       | <b>1,64</b>  |      | <b>16,44</b> |                 |          |
| <b>Valor Máximo</b> |           |    |    | <b>30,00</b> |      | <b>6,73</b> |       |       | <b>1,0294</b> |     | <b>10,33</b> |      |      |       | <b>1,72</b>  |      | <b>17,17</b> |                 |          |
| <b>Valor Mínimo</b> |           |    |    | <b>20,00</b> |      | <b>6,38</b> |       |       | <b>1,0257</b> |     | <b>8,03</b>  |      |      |       | <b>1,52</b>  |      | <b>15,17</b> |                 |          |

Fuente: Elaboración Propia

### 9.4 Tabla de Análisis Estadístico:

**Tabla 14:** Datos del Análisis Estadístico

| VARIABLE   | TEST         | ESTADISTICO                          | P- valor        | CV (%) | $S^2$  | $\bar{x}_i$  | Límites de confianza<br>95%<br>Li Ls |
|--|--------------|--------------------------------------|-----------------|--------|--------|--------------|--------------------------------------|
| pH   | T de Student | t 435,42                             | Pr >  t  <.0001 | 1,25%  | 0,0072 | <b>6,53</b>  | 6,50 6,56                            |
| Densidad (15°C)  | T de Student | t 6229,28                            | Pr >  t  <.0001 | 0,09%  | 8,66   | <b>1,025</b> | 1,024 1,026                          |
| Densidad Corregida   | T de Student | t 7383,14                            | Pr >  t  <.0001 | 5,85%  | 6,19   | <b>1,028</b> | 1,0257 1,0294                        |
| Sólidos solubles   | T de Student | t 219,74                             | Pr >  t  <.0001 | 3.08%  | 0,28   | <b>9,08</b>  | 8,89 9,27                            |
| Acidez Expresado en<br>gr de ácido<br>láctico/100gr de leche | T de Student | t 219,91                             | Pr >  t  <.0001 | 2,57%  | 0,18   | <b>0.16</b>  | 0.162 0.166                          |
| $\alpha = 0,05$  |              | $t_{0,025, 31 \text{ g.l.}} = 2,042$ |                 |        |        |              |                                      |

Fuente: Elaboración Propia



## 9.5 CALCULO DE TAMAÑO DE MUESTRA:

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2})^2 \sigma^2}{(e)^2}$$

donde,

e = error máximo permisible.

Z = Determinado por el grado de confianza: 95%

$\sigma$  = desviación estándar de la población cuya media se desea estimar.

Para determinar el tamaño de la muestra ( n ) en el presente estudio de investigación se ha considerado:

$$\sigma = 0,14431$$

$\sigma^2 = 0,0208254$  ( varianza o variación de la población ganadera en cuanto a producción de leche)

Grado de confianza 95%, para el cual el valor de Z es 1,96

El error máximo permisible: e = 0,05.

Aplicando los datos en la fórmula tendremos:

$$n = \frac{(1,96)^2 (0,0208254)}{(0,05)^2} = \frac{(3,8416)(0,0208254)}{0,0025} = 32,00011$$

n = 32 establos

**9.6 DESARROLLO DE CÁLCULOS DE LA PRUEBA DE T-STUDENT DE LA TABLA 07 PARA pH Y SÓLIDOS SOLUBLES:**

**pH**

✓ **Promedio**

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$X = \frac{209.03}{32}$$

$$X = 6.53$$

✓ **Desviación estandar**

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X)^2}{n}}$$

$$S = \sqrt{\frac{0.229}{32}}$$

$$S = 0.0072$$

✓ **Coefficiente de variación**

$$Cv = \frac{S}{x} \times 100$$

$$Cv = \frac{0.0072}{6.53} \times 100$$

$$Cv = 1.25\%$$

✓ **Límites de confianza**

$$P\left(X - t_{\alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq X + t_{\alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}}\right) = 1 - \alpha$$

Dónde:

$$n=32$$

$$\alpha= 0.05$$

$$X=6.53$$

$$S^2=0.0072$$

$$\alpha/2 = 0.0025$$

$$t_{0.0025 (32)} = 2.0378$$

$$6.53 - 2.0378 \times 0.015 \leq \mu \leq 6.53 + 2.0378 \times 0.015$$

$$6.499 \leq \mu \leq 6.56$$

### **Sólidos solubles**

#### **✓ Promedio**

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$X = \frac{290.70}{32}$$

$$X = 9.08$$

#### **✓ Desviación estandar**

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X)^2}{n}}$$

$$S = \sqrt{\frac{8.76}{32}}$$

$$S = 0.28$$

#### **✓ Coeficiente de variación**

$$Cv = \frac{S}{x} \times 100$$

$$Cv = \frac{0.28}{9.08} \times 100$$

$$Cv = 3.08\%$$

#### **✓ Límites de confianza**

$$P\left(X - t_{\alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq X + t_{\alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}}\right) = 1 - \alpha$$

Dónde:

$$n=32$$

$$\alpha= 0.05$$

$$\bar{X}= 9.08$$

$$S^2= 0.28$$

$$\alpha/2 = 0.0025$$

$$t_{0.0025 (32)}=2.0378$$

$$1.027 - 2.0378 \times 0.0495 \leq \mu \leq 1.027 + 2.0378 \times 0.04995$$

$$8.89 \leq \mu \leq 9.27$$

## X. GLOSARIO:

- ❖ **Albúmina:** Proteína que queda en el suero después de la precipitación de las caseínas, consisten de albúmina sérica bovina, beta-lactoglobulina, alfa-lactoalbumina y componentes de la fracción conocida como proteasa-peptona.
- ❖ **Calidad:** Se define como el conjunto de propiedades y características de un producto que le confieren la aptitud para satisfacer necesidades explícitas o implícitas.
- ❖ **Características Organolépticas:** Características que se pueden percibir mediante nuestros sentidos (olfato, tacto, gusto y vista)
- ❖ **Caseína:** complejo de polipéptidos sintetizados en la glándula mamaria de la vaca, que forman la fracción proteica más importante de la leche, ya que suman hasta un 85 % de las proteínas totales. Pertenecen al grupo de las gluco - fosfoproteicas y por definición son las proteínas de la leche que precipitan a pH 4.6 a 20 °C. la estabilidad de las caseínas se altera fácilmente a valores de pH bajos por la presencia de cationes divalentes, pero son estables a la mayoría de los tratamientos térmicos empleados. Su contenido medio es de 27 g/l en la leche de vaca.
- ❖ **CV (Coeficiente de Variación):** Es una medida relativa de la variación que siempre se expresa en porcentaje, mide la dispersión de datos con respecto a la media, es decir indica el grado de precisión que ha alcanzado el experimento.
- ❖ **Fosfatos:** componente no proteico que tiene importancia capital en los fenómenos de estabilización y coagulación de la leche de vaca, 2/3 partes del total de calcio es coloidal, en su mayoría formando complejos de calcio y fosfato en las caseínas. Se emplean por su poder estabilizador en emulsiones, como amortiguador de pH, como acidificante o alcalinizante y como hidratante por su poder de retención de agua.
- ❖ **Pasteurización:** Es un tipo de tratamiento térmico que se le aplica a la leche con la finalidad de reducir carga microbiana.
- ❖ **Pasteurización HTST:** Es un tratamiento térmico que se realiza a una temperatura de 75 °C por 20 segundos, cuyo objetivo es reducir la carga microbiana.