



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS**  
**EXTENSIÓN CHONE**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS**

**TESIS DE GRADO**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO (A) EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS

**MODALIDAD:**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**TEMA:**

EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA CALIDAD DE  
LA LECHE CRUDA BOVINA (*Bos taurus*) QUE SE EXPENDE EN EL  
MERCADO DEL CANTÓN CHONE

**AUTORES:**

AVEIGA ZAMBRANO LUIS ADOLFO  
LÓPEZ CEDEÑO EVA ZENEYDA

**DIRECTOR DE TESIS:**

BLGO. MRNO. GERARDO CUENCA NEVÁRZ, MG.

CHONE - MANABÍ - ECUADOR

2021

## **DEDICATORIA**

Dedico mi trabajo de tesis a Dios por tenerme con vida y permitirme culminar con éxito mis estudios universitarios.

A mis padres por ese apoyo incondicional brindado durante mi carrera.

***Luis Adolfo***

## **DEDICATORIA**

Dedico mi esfuerzo primeramente a Dios por darme la vida y hacer posible realizar una meta más en mi vida.

A mis padres por su apoyo en mi vida estudiantil.

A mi abuelito que siempre estuvo apoyándome emocionalmente y económicamente en cada momento de mis estudios.

A mis hijos que son mi más pura inspiración para ser lo que hoy soy una Ingeniera.

***Eva Zeneida***

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a la Dios por permitirnos culminar con éxitos nuestra carrera, a nuestros docentes de tan noble institución como lo es la Universidad Técnica de Manabí Facultad de Ciencias Zootécnicas, donde nos formamos día a día con conocimientos teóricos prácticos para ser grandes ingenieros.

A nuestro tutor de tesis Biólogo Gerardo Cuenca Nevárez por ser nuestro guía y apoyo en el desarrollo de la investigación.

***Los autores***

## CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Blgo. Mrno. Gerardo Cuenca Nevárez, Mg. catedrático de la Facultad de Ciencias Zootécnicas, extensión Chone de la Universidad Técnica de Manabí CERTIFICO, que la presente tesis titulada: EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA CALIDAD DE LA LECHE CRUDA BOVINA (**Bos taurus**) QUE SE EXPENDE EN EL MERCADO DEL CANTÓN CHONE ha sido realizada por los egresados: Aveiga Zambrano Luis Adolfo y López Cedeño Eva Zeneida; bajo la dirección del suscrito habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Chone, junio de 2021



---

Blgo. Mrno. Gerardo Cuenca Nevárez, Mg.  
**DIRECTOR DE TESIS**

# CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN

## TESIS DE GRADO

Sometida a consideración del Tribunal de Revisión y Evaluación designado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Zootécnicas, extensión Chone de la Universidad Técnica de Manabí, como requisito previo a la obtención del título de:

### INGENIERO (A) EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS

#### TEMA:

“EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA CALIDAD DE LA LECHE CRUDA BOVINA (*Bos taurus*) QUE SE EXPENDE EN EL MERCADO DEL CANTÓN CHONE”

#### REVISADA Y APROBADA POR:

Ing. Wagner Gorozabel Muñoz, MSc.

**REVISOR DE TESIS**

\_\_\_\_\_

#### PRIMER MIEMBRO DEL TRIBUNAL

\_\_\_\_\_

#### SEGUNDO MIEMBRO DEL TRIBUNAL

\_\_\_\_\_

#### TERCER MIEMBRO DEL TRIBUNAL

\_\_\_\_\_

## **DECLARACIÓN SOBRE LOS DERECHOS DE LOS AUTORES**

Nosotros, **Aveiga Zambrano Luis Adolfo y López Cedeño Eva Zeneyda**, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo a la Universidad Técnica de Manabí, según lo establecido por la ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

---

**Aveiga Zambrano Luis Adolfo**

---

**López Cedeño Eva Zeneyda**

## ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	IV
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS	V
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN	VI
DECLARACIÓN SOBRE LOS DERECHOS DE LOS AUTORES	VII
ÍNDICE	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	2
2. JUSTIFICACIÓN	3
3. OBJETIVOS	4
3.1. Objetivo General	4
3.2. Objetivos Específicos	4
4. HIPÓTESIS	4
5. MARCO REFERENCIAL	4
5.1. Definición de leche	4
5.2. Realidad de la leche en el Ecuador	5
5.3. Composición de la leche	6
5.3.1. Agua	6
5.3.2. Proteínas	7
5.3.3. Lípidos	7
5.3.4. Carbohidratos	8
5.3.5. Ácidos grasos	9
5.3.6. Sales minerales	10
5.3.7. Vitaminas	10
5.4. Calidad de la leche	10
5.5. Características organolépticas de la leche	11
5.5.1. Color	11
5.5.2. Aspecto	11
5.5.3. Olor	12
5.5.4. Sabor	12
5.6. Propiedades físicas de la leche	12



5.6.1.	Densidad	12
5.6.2.	Calor específico	12
5.6.3.	Punto de congelación	12
5.6.4.	Punto de ebullición	13
5.6.5.	Viscosidad	13
5.6.6.	Temperatura	13
5.7.	Propiedades químicas de leche cruda	13
5.7.1.	pH	13
5.7.2.	Acidez titulable como ácido láctico	14
5.7.3.	Proteínas	14
5.7.4.	Lactosa	14
5.7.5.	Materia grasa	14
5.8.	Análisis microbiológico de leche cruda	15
5.8.1.	Recuento total de bacterias mesófilas	15
5.8.2.	Recuento de Enterobacterias	15
5.8.3.	Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i> .	16
5.8.4.	Recuento total de bacterias ácido lácticas (BAL)	16
5.9.	Residuos de antibióticos en leche	17
6.	METODOLOGÍA	17
6.1.	Recolección de muestras	17
6.2.	Análisis fisicoquímico de las muestras de leche	18
6.2.1.	Análisis de la densidad de la leche	18
6.2.2.	Análisis del pH	18
6.2.3.	Análisis de solidos totales de la leche	18
6.2.4.	Análisis del contenido de sales en la leche	19
6.2.5.	Análisis de lactosa de la leche	19
6.2.6.	Análisis de proteína de la leche	19
6.2.7.	Análisis de la grasa de la leche	20
6.3.	Análisis microbiológico	20
6.3.1.	Determinación de bacterias mesófilas	21
6.3.2.	Determinación de Enterobacterias	21
6.3.3.	Determinación de <i>Staphylococcus aureus</i>	21
6.3.4.	Determinación de bacterias ácido lácticas (BAL)	22
6.4.	Análisis estadístico	22
7.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	23
7.1.	Análisis físico-químico	23
7.1.1.	Determinación de la densidad de la leche	23

7.1.2.	Determinación del pH de la leche	24
7.1.3.	Determinación de los sólidos totales de la leche	25
7.1.1.	Determinación del contenido de sales de la leche	26
7.1.2.	Determinación del contenido de lactosa de la leche	26
7.1.3.	Determinación del contenido de proteína de la leche	27
7.1.4.	Determinación del contenido de grasa de la leche	28
7.2.	Análisis Microbiológico	29
7.2.1.	Determinación de bacterias mesófilas	29
7.2.2.	Determinación de Enterobacterias	30
7.2.3.	Determinación de <i>Staphylococcus aureus</i>	31
7.2.4.	Determinación de bacterias ácido lácticas (BAL)	32
8.	CONCLUSIONES	33
9.	RECOMENDACIONES	34
10.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
	ANEXOS	45

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Análisis de la densidad ( $\text{g ml}^{-1}$ ) de la leche cruda expendida en al Mercado de la ciudad de Chone. ....	24
<b>Tabla 2.</b> Análisis del pH de la leche cruda expendida en al Mercado de la ciudad de Chone. ....	24
<b>Tabla 3.</b> Análisis de sólidos totales (%) de la leche cruda expendida en al Mercado de la ciudad de Chone. ....	25
<b>Tabla 5.</b> Análisis del contenido de sales (%) de la leche cruda expendida en al Mercado de la ciudad de Chone. ....	26
<b>Tabla 6.</b> Análisis del contenido de lactosa (%) de la leche cruda expendida en al Mercado de la ciudad de Chone. ....	27
<b>Tabla 7.</b> Análisis del contenido de proteína (%) de la leche cruda expendida en al Mercado de la ciudad de Chone. ....	27
<b>Tabla 4.</b> Análisis del contenido de grasa (%) de la leche cruda expendida en al Mercado de la ciudad de Chone. ....	28

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Análisis de la presencia y cantidad de bacterias mesófilas en muestras de leche cruda expendidas en el mercado de abastos de Chone.	30
<b>Figura 2.</b> Análisis de la presencia y cantidad de enterobacterias en muestras de leche cruda expendidas en el mercado de abastos de Chone. ....	31
<b>Figura 3.</b> Análisis de la presencia y cantidad de <i>Staphylococcus aureus</i> en muestras de leche cruda expendidas en el mercado de abastos de Chone.	32
<b>Figura 4.</b> Análisis de la presencia y cantidad de BAL en muestras de leche cruda expendidas en el mercado de abastos de Chone. ....	33

## RESUMEN

La presente investigación analizó los parámetros de calidad tanto composicional como higiénica de la leche cruda que se expende en el mercado de la ciudad de Chone, para lo cual se tomaron 24 muestras de 4 expendedores seleccionados al azar, durante 90 días. Se determinaron parámetros fisicoquímicos como: densidad, pH, porcentaje de sólidos totales, grasa, sales, lactosa y proteína. Así mismo, se determinó la presencia y cantidad de microorganismos como: mesófilos, Enterobacterias, *Staphylococcus aureus* y bacterias ácido lácticas (BAL). Los datos obtenidos fueron considerados en una base de datos de Microsoft Excel y su respectivo análisis con el programa estadístico SPSS 15.0 con un nivel de confianza del 95%. Se encontró que los valores de los parámetros físico-químicos en su mayoría se encontraban dentro de los rangos permisibles determinados por organismos de control nacional e internacional. Sin embargo la calidad microbiológica de la leche no fue aceptable, debido a los valores de las UFC  $\text{ml}^{-1}$  de cada uno de los grupos microbianos estudiados a excepción de las BAL fue mayor a lo establecido. Se estableció que existen diferencias significativas en los recuentos microbianos realizados. Lo que nos permitió concluir que los resultados por composición fisicoquímica son medianamente aceptables, mientras que los resultados microbianos nos permitió evidenciar las malas condiciones higiénicas por parte de los expendedores, al no cuidar de su higiene personal, no tener condiciones de mantenimiento de la leche cruda por falta de condiciones de refrigeración óptimas; lo que atenta contra la salud pública de los consumidores.

**Palabras claves:** Bacterias patógenas, Control fisicoquímico, Control microbiológico, Normativa técnica, Seguridad alimentaria.

## ABSTRACT

The present investigation analyzed the parameters of both compositional and hygienic quality of raw milk that is sold in the market of the city of Chone, for which 24 samples were taken from 4 randomly selected vendors, during 90 days. Physicochemical parameters such as: density, pH, percentage of total solids, fat, salts, lactose and protein were determined. Likewise, the presence and quantity of microorganisms such as: mesophiles, Enterobacteria, *Staphylococcus aureus* and lactic acid bacteria (LAB) were determined. The data obtained were considered in a Microsoft Excel database and its respective analysis with the statistical program SPSS 15.0 with a confidence level of 95%. It was found that the values of the physical-chemical parameters were mostly within the permissible ranges determined by national and international control bodies. However, the microbiological quality of the milk was not acceptable, due to the values of the CFU ml<sup>-1</sup> of each of the microbial groups studied, except for the BAL, it was higher than established. It was established that there are significant differences in the microbial counts performed. This allowed us to conclude that the results by physicochemical composition are moderately acceptable, while the microbial results allowed us to show the poor hygienic conditions on the part of the vendors, by not taking care of their personal hygiene, not having conditions of maintenance of raw milk due to lack of optimal cooling conditions; which threatens the public health of consumers.

**Keywords:** Pathogenic bacteria, Physicochemical control, Microbiological control, Technical regulations, Food safety.

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción de leche en el Ecuador es sin duda uno de los rubros de la alimentación humana más importante gracias a su elevado nutricional y la diversidad de productos derivados que se obtienen. La producción nacional de la leche se ha concentrado en la Región Interandina donde se ubican los mayores hatos lecheros, tal es el caso de que del 100% de la producción nacional de leche, la región Sierra contribuye con el 73% mientras que las regiones de la Costa y Amazonía lo hacen con el 19 y 8% respectivamente (INEC,2017). Esta misma entidad, indica que, del 100% de la producción láctea a nivel nacional, el 75% es aportado por fincas que van entre 1 hasta 100 ha, las mismas que presentan problemas para asegurar la calidad de la leche, sobre todo lo que tiene que ver con la obtención y transporte de la misma.

Rizzo (2002), indica que la leche es un producto lácteo el cual es sometido a un proceso térmico para asegurar la destrucción total de los gérmenes patógenos tóxicos génicos, sin modificación sensible de su naturaleza organoléptica, físico química, características bioquímicas biológicas y cualidades nutritivas de la leche (INEN, 2012).

En lo concerniente a la calidad de la leche está se determina desde el punto de vista proximal y microbiológico. Es así como, desde el punto de vista de la química proximal de la leche, se hacen análisis de la concentración de la proteína, grasa y el contenido de sólidos totales; parámetros que sin lugar a dudas estipulan el valor nutricional de la leche como materia prima al momento de procesarla en sus diversos derivados (Guzmán, 2013).

En este orden de cosas, las características composicionales de la leche incluyen las propiedades fisicoquímicas, tales como temperatura y densidad que se puede definir como el peso de un litro de leche expresado en kilogramos, y se ha establecido que la densidad de la leche cruda a 15 °C, oscila entre 1,028 y 1,033g ml<sup>-1</sup>. En tanto que las propiedades químicas

corresponden a los porcentajes de acidez titulable, pH y prueba de alcohol (Belage et al., 2017).

Actualmente, existe poca información sobre la calidad y composición de la leche cruda de vaca comercializada en el mercado del cantón Chone, debido a que los comerciantes no cuentan con estándares mínimos de control de calidad. En función de lo anterior, el objetivo del presente estudio será analizar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la leche que se comercializa en el mercado de abastos de la ciudad de Chone.

### **1.1. Planteamiento del problema**

MAGAP en (2010), manifiesta que la producción de leche en Ecuador bordea los 3,5 a 4,5 millones de litros diarios, de esta alrededor del 75% es básicamente para consumo humano e industrial. Cabe mencionar también, que en la región interandina se ubican el 90% de las procesadoras de lácteos, las mismas que se dedican a la producción de leche fluida pasteurizada, crema de leche y quesos; relegando a segundo plano otro tipo de derivados de la leche. Saran & Chaffer en (2000), anotan que es un derecho de los consumidores que la leche que beben sea de excelente calidad; por esta razón, se vuelve una política de estado el controlar la inocuidad de la leche comercializada para el consumo humano.

Por otra parte, esta es una tarea multidisciplinaria que tiene que ver tanto el Médico Veterinario, como el Agrónomo y el productor. En la mayoría de los casos, la leche que se comercializa en el mercado de la ciudad de Chone está en poder de los intermediarios, los mismos que reciben leche de distintos productores a la que ponen precios a conveniencia de ellos y muchas veces inventan registros falsos de la leche que reciben.

Los expendedores muchas veces adulteran la leche con el objetivo de incrementar ganancias perjudicando de esta manera al consumidor. Con lo ya expuesto se plantea la siguiente interrogante ¿En qué condiciones se



encuentra la calidad de la leche cruda que se expende en el mercado central de Chone?

## **2. JUSTIFICACIÓN**

La FAO (2010), indica que la leche cruda de buena calidad debe de estar libre de residuos o sedimentos; debe tener color, sabor y olor característico a lácteo; por otra parte debe de tener una presencia mínima de bacterias y estar exenta de la presencia de adulterantes químicos como antibióticos y detergentes. De la misma manera se debe tener en cuenta que la inocuidad de la leche se constituye en el principal factor de calidad (Carlóni et al., 2016).

Estos factores de calidad revisten de vital importancia a la hora de obtener un producto uniforme y de buenas cualidades, a pesar de los adelantos en los diseños y características de los equipos, se puede afirmar que es imposible hacer productos de calidad aceptable si se cuenta con leche de calidad pobre o inferior. Por ello se debe controlar diariamente la leche y tener suficiente criterio para su admisión o rechazo (Chamorro et al., 2010).

La leche es un producto perecedero que puede ser proclive de contaminarse por dos tipos de factores los químicos y microbiológicos a lo largo de su línea de producción y comercialización (Díaz & Pérez, 2013). Hay que considerar que la contaminación de la leche puede ir desde el propio animal (piel y materia fecal), y proyectarse a lo largo de la línea de producción y comercialización debido a factores tanto intrínsecos como antropogénicos que existen en esta actividad.

Además, las oscilaciones de temperatura, como el quiebre de la cadena del frío, implican condiciones óptimas para el desarrollo de microorganismos, muchos de los cuales pueden ser patógenos incidiendo en la calidad general de la leche lo que implica pérdidas en el sector lechero (Early, 1998). Es por esto, que el conocimiento de estas variables contribuirá al conocimiento real de la condición física-química y microbiológica en que se encuentra la leche que se expende en el mercado central de la ciudad de Chone.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo General**

Evaluar la calidad de la leche cruda bovina (*Bos taurus*) que se expende en el mercado del cantón Chone.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

- Determinar el nivel de cumplimiento de la leche cruda de bovino mediante la norma INEN 9:2012.
- Identificar los posibles focos de contaminación y adulteración de la leche cruda de bovino.
- Evaluar la calidad microbiológica de las muestras recolectadas, según lo requerido en la Norma INEN 9:2012.

### **4. HIPÓTESIS**

La leche cruda que venden los expendedores del Cantón Chone cumple con los parámetros fisicoquímicos establecidos por las normas INEN 9:2012.

### **5. MARCO REFERENCIAL**

#### **5.1. Definición de leche**

La Norma INEN (9.2015) en su sexta revisión indica que el calificativo de leche cruda se le da a la materia prima que no ha sido expuesta a cambios térmicos, a excepción del enfriado para su almacenamiento, ni que haya sufrido ningún tipo de cambio en su composición.

De acuerdo con González *et al*, (2004), la leche es un producto líquido que no ha sufrido alteraciones ni adulteraciones, la misma que procede del ordeño saludable, regular y completo de vacas sanas y bien nutridas, puede ser considerado uno de los alimentos más completo y equilibrado (Barrera, 2014).

Según Magareños (2000), la leche cruda es el producto de las secreciones glandulares de vacas que gozan de buena salud y alimentación; las mismas que tienen temporadas de reposo, están libres de calostro y cumplen con las normativas técnicas de calidad desde el punto de vista fisicoquímico y microbiológico.

Desde el punto de vista biológico, "la leche es un producto estéril que cumple con los requerimientos nutritivos del lactante de la especie homóloga sin ningún tipo de contaminación física o química" (Corbellini, 2000). A esto se añade, que la leche se constituye en el alimento más completo que consume el ser humano a cualquier edad (Sah et al., 2018).

## **5.2. Realidad de la leche en el Ecuador**

Según el MAGAP (2010), el precio de la leche en Ecuador no estaba influenciado por parámetros de calidad, sino que el mismo estaba determinado por lo que las industrias y los productores determinaban, y no es hasta el 2013 donde el mismo MAGAP decreta el reglamento 394 que decreta la regulación de calidad de pago (RPCL), donde se define el pago por litro de leche en finca, para lo cual también se exige que el productor cumpla con criterios de calidad tanto higiénico como sanitario de la leche cruda (CIL, 2015).

La leche fresca deberá presentar un aspecto normal, estar limpia; y además de esto deberá ser obtenida mediante un ordeño higiénico, completo e ininterrumpido (Norma INEN 9.2015). El 80% de la producción mundial de leche está dado por los países desarrollados y apenas el 20% aportan los países en desarrollo (FAO, 2004).

La actividad ganadera más importante del Ecuador es sin lugar a dudas la producción de leche, la misma que genera unos 5,1 millones de litros diarios generados por todo el país (INEC, 2017).

La comercialización de la leche en la provincia de Manabí, determina que el 63,4% es dedicada para la elaboración de queso fresco artesanal, el 13, 5% es para autoconsumo y el 23,1% se vende como leche líquida con un precio de 0,45 USD L<sup>-1</sup> (; por lo que es necesario buscar alternativas que busquen y propicien la calidad composicional y microbiológica de la leche cruda, buscando de esta forma el desarrollo sustentable de la actividad lechera sobre todo en el cantón Chone y de sus diversas parroquias (Vallejo et al., 2018).

### **5.3. Composición de la leche**

Fernández et al., en (2010), determinan que la leche se encuentra compuesta por cerca de 10.000 diversas moléculas y cada una juega un rol preponderante al suministrarle de nutrientes (energía, proteína, grasa, minerales y vitaminas) o protección inmune. La composición de la leche se da en función de los requerimientos del lactante de cada especie.

El componente central de la leche es el agua, seguido proporcionalmente por grasa (ácidos grasos saturados en mayor proporción y colesterol), proteínas (caseína, lacto albúminas y lacto globulinas) y carbohidratos como (lactosa principalmente). Determinándose así de que la leche es un producto de gran complejidad fisicoquímica así como una gran cantidad de minerales y vitaminas (Colcha, 2011).

#### **5.3.1. Agua**

Cuantitativamente, el agua es el elemento más importante, puesto que el 87,5% de la fase líquida de la leche es agua y en ella se encuentran los otros componentes sólidos y gaseosos en diferentes formas de solución (Franklin, 2011).

Su función es actuar como disolvente de los demás componentes, el contenido total de agua influye en la textura (Bernal et al., 2009).

### **5.3.2. Proteínas**

Kukilinski, (2003), indica que la leche de la vaca contiene un 3-4% de proteínas. Las más abundantes son las caseínas 75%, las globulinas 11 % y las albuminas 5%. De esta manera, las caseínas se constituyen en la proteínas más abundantes, cabe destacar que estas proteínas son hidrofóbicas y se hallan formando micelas, estas proteínas contienen grupo fosfato que esterifican residuos alcohol de aminoácidos, como la serina y la treonina.

En este orden de ideas, las caseínas poseen ácido aspártico y ácido glutámico, coagulan a pH de 4,6, precipitan con ion calcio excepto la caseína K, son estables a 100°C y tienen un contenido bajo de aminoácidos azufrados.

Manterola, (2007), por su parte, indica que “las proteínas en la leche puede fluctuar entre 3 y hasta 4% y comprende no sólo a fracción proteica verdadera sino también la no proteica constituida por urea y amoníaco. La proteína verdadera está constituida a su vez por cantidades variables de distintos tipos de caseína (alfa-1, alfa-2, beta-2 y kappa) y lacto albúminas que pueden representar entre 15 a 20% de las proteínas”.

Finalmente, Defaz & Pérez en (2013), manifiestan que las proteínas del suero manifiestan características diferentes a la de las caseínas; como por ejemplo no coagulan a pH ácido, no son sensibles al ion calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ), son resistentes al cuajo, tiene una estructura secundaria y terciaria definida, ya que al tener aminoácidos azufrados poseen enlaces disulfuro y se desnaturalizan al calentar. Están constituidas por tres grandes fracciones: albúminas, globulinas y fracción proteasa-peptona.

### **5.3.3. Lípidos**

La fracción lipídica de la leche, está en el orden del 3 al 6%, las mismas que se encuentran constituidas por lípidos apolares en un 98% y polares en un 2% (Rodríguez, 2017).

#### **5.3.3.1. Lípidos apolares**

De acuerdo con Lerche en (2015); en su gran mayoría, están constituidos por triglicéridos (97-98%), así como por pequeñas concentraciones de monoglicéridos, diglicéridos y ácidos libres. Los ácidos grasos que forman parte de estos triglicéridos son variados.

#### **5.3.3.2. Lípidos polares**

Los lípidos polares incluyen diferentes tipos de constituyentes como los fosfolípidos (la lecitina o la fosfatidilcolina), los cerebrósidos, los gangliósidos y la fracción insaponificable donde se encuentra el colesterol, los pigmentos naturales (carotinoides) y la vitaminas liposolubles, tales como la A, D y E (Lerche, 2015).

#### **5.3.4. Carbohidratos**

Trabajos realizados por Ludmila & Falguni, (2015), aseguran que el contenido de hidratos de carbono en la leche está alrededor del 4%. El glúcido mayoritario es la lactosa, la misma que es hidrolizada en el organismo consumidor, por el enzima lactasa, formándose los dos monosacáridos que la componen, que luego son absorbidos.

También hay que indicar que la lactosa es el sustrato más susceptible de intervenir en la denominada reacción de Maillard, que produce pardeamiento de la leche y otros alimentos (Kukilinski, 2003).

De acuerdo con Agudelo & Bedoya, (2005); indican que el principal azúcar de la leche es sin lugar a dudas la lactosa, la misma que se constituye en un disacárido compuesto por una molécula de glucosa y una de galactosa, su concentración tiende a ser relativamente independiente de la dieta y es el principal agente osmolar de la leche, facilitando el flujo desde el interior de la célula secretora a los alvéolos.

En la leche de vaca el contenido de lactosa varía entre 48 y 50 g L<sup>-1</sup>; debido a la regulación osmótica, el contenido de lactosa en la leche es proporcionalmente inverso al contenido de sales. Otros son: glucosa, galactosa, amino azúcares, azúcares fosforilados, los cuales se encuentran en pequeñas cantidades. El poder edulcorante de la lactosa es aproximadamente ¼ de la sacarosa, 1/5 de la fructosa y ½ de la glucosa. Junto a la sacarosa da una textura suave y cristalina el enfriarse en helados (Ludmila & Falguni, 2015).

### **5.3.5. Ácidos grasos**

Según Guevara et al., (2019); determina que la grasa de la leche contiene triglicéridos derivados de una amplia variedad de ácidos grasos saturados e insaturados, se diferencia de otras grasas alimenticias por su alto contenido de ácidos grasos saturados de cadenas cortas; los ácidos grasos en la leche contienen lo siguiente:

- Contienen una alta proporción (15-20 mol%) de residuos de ácidos grasos de cadena corta C4:0 - C10:0, el ácido butírico C4:0 es exclusivo en la leche de especies rumiantes.
- La proporción de ácidos grasos saturados es alta.
- El ácido oleico es el más abundante de los ácidos grasos insaturados 70%.
- Los restantes residuos de ácidos grasos insaturados se presentan en una amplia gama de tamaños de cadena, insaturación e isómeros.
- La total proporción de los transisómeros es de 5%.
- Existe un gran número de tipos de ácidos grasos "pares" lo cual hace un rango de aproximadamente 250 diferentes residuos de ácidos grasos.

Los ácidos grasos presentes en la leche más importantes son: oleico, palmítico, esteárico, mirístico láurico y butírico. El oleico y linoleico son insaturados y líquidos a temperatura ambiente, al igual que el butírico, caproico y caprílico. El resto de los ácidos grasos tienen puntos de fusión altos

(31 a 70 °C), por lo que son sólidos a temperatura ambiente (Lock & Garnsworthy, 2002).

Así mismo, Loor et al., (2004); manifiestan que el ácido oleico tiene un doble enlace y un punto de fusión de 14° C, por lo que tiene un índice de yodo bajo, lo que nos da una idea de su consistencia.

Cuando las vacas comen mucho pasto, aumenta el contenido de ácido oleico, siendo más líquida la grasa. Adicionalmente a los triglicéridos, la grasa de la leche contiene pequeñas cantidades de fosfolípidos como la lecitina y la cefálica, esteroides como el colesterol y vitaminas liposolubles como A, D, E y K (Lock & Garnsworthy 2002).

#### **5.3.6. Sales minerales**

Campabadal en (2013); indica que dentro de las sales minerales de la leche el 90% del fósforo (P) y el calcio (Ca) están en las micelas de caseína formado parte de la estructura micelar. El 10% restante se encuentra en el suero. Así también se encuentran oligoelementos tales como: zinc, aluminio y hierro.

#### **5.3.7. Vitaminas**

La leche producida en verano es la que contiene mayor riqueza vitamínica, la cual se tiene: a) vitaminas liposolubles presentes en la crema y b) vitaminas hidrosolubles, estas se concentran en el suero, la de mayor importancia son: vitamina B2 (Riboflavina), B12 (Cianocobalamina), vitamina A y con un aporte intermedio de vitamina C, B1 (Tiamina), B6 (Piridoxina) y es pobre en vitamina D y K niacina y tocoferoles como vitamina E (Hadde et al., 2015)

### **5.4. Calidad de la leche**

Agudelo & Bedoya, (2005), indican que la calidad nutricional de la leche se asienta en el contenido de nutrientes básicos, así como la alta digestibilidad y utilización de estos por el organismo.



La calidad sanitaria de la leche está dirigida a reducir el número de bacterias saprófitas responsables del deterioro de la misma. Por su parte, Guevara et al., (2019), manifiesta que la leche para que cuente con una buena calidad debe proceder de vacas libres de brucelosis y tuberculosis, que no tengan enfermedades contagiosas para el hombre; que no puedan transmitir a la leche características organolépticas anormales; que no tengan alterado el estado general; que no padezcan alteraciones del aparato genital con flujo, enteritis con diarrea acompañada de fiebre ni inflamaciones perceptibles de la ubre; que no presenten ninguna herida en la ubre.

## **5.5. Características organolépticas de la leche**

Dentro de las características organolépticas de la leche cruda tenemos en consideración los siguientes atributos:

### **5.5.1. Color**

Por lo general el color de leche fresca es blanquecino amarillento y opaco; mientras que las leches que han sido parcial o totalmente descremadas o que han sido adulteradas con agua, presentan un color blanco con tinte azulado (López & Barriga, 2016).

Las leches de retención o mastíticas presentan un color gris amarillento. En tanto que un color rosado da cuenta de que en la leche existen restos de sangre o hay proliferación de bacterias u hongos (Brito & Garro, 1995).

### **5.5.2. Aspecto**

La leche fresca presenta un aspecto aporcelanado, con cierta coloración crema cuando es muy rica en grasa debido a la riboflavina y los carotenoides componentes de la grasa de la leche (Wolf et al., 2013).

### **5.5.3. Olor**

La leche recién ordeñada tiene un olor muy particular, el mismo que desaparece con la manipulación y adquiere el olor de los recipientes que la contiene. La leche fresca casi no tiene olor característico, pero debido a la presencia de la grasa, la leche mantiene los olores del ambiente o de los envases en que se almacena (Citalan et al., 2016).

### **5.5.4. Sabor**

El sabor de la leche fresca tiene un ligero sabor dulce, producto de su contenido en mayor proporción de lactosa, aunque su sabor podría variar por diversos factores tales como: tipo de alimentación, enfermedades y vacunas del ganado así como de los diferentes recipientes donde se dispone la leche después de ordeño del ganado (Harding, 1995).

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

### **5.6.1. Densidad**

La leche presenta una densidad que se encuentra directamente vinculada con la cantidad de grasa, sólidos no grasos y agua que contenga la leche. Para realizar la medición de esta propiedad se emplea un lactodensímetro el mismo que tiene incorporado un termómetro reportándose los datos a temperatura 15°C. Cabe mencionar, que a medida que se incorpora agua la densidad de la leche disminuye (Martínez et al., 2017).

### **5.6.2. Calor específico**

De acuerdo con Cengel & Boles, (2012); el calor específico de la leche fresca y con un 80% de contenido de agua, es de 3,79 KJ Kg.K<sup>-1</sup> o 0,9052 Kcal Kg.K<sup>-1</sup>

### **5.6.3. Punto de congelación**

De acuerdo con Arrieta et al., (2019); los sólidos que presenta la leche fresca, se congelan a  $-0.53^{\circ}\text{C}$ , esto en contraposición con el punto de congelación del agua que al no tener sólidos su punto de fusión es de  $0^{\circ}\text{C}$ .

#### **5.6.4. Punto de ebullición**

La temperatura, a la cual se inicia el proceso de ebullición de la leche es  $100,16^{\circ}\text{C}$ , a nivel del mar, cuando existe una reducción de la presión del líquido, la ebullición se inicia a una menor temperatura (Meyer, 1990)

#### **5.6.5. Viscosidad**

Este parámetro físico de la leche se determina por la resistencia que se contrapone al fluido, así mismo, la viscosidad se comporta de manera proporcionalmente inversa a la temperatura además, depende de la composición del líquido, de las sustancias coloidales dispersas, del estado físico, y del contenido de materia grasa (Requelme & Bonifaz, 2011)

#### **5.6.6. Temperatura**

Arrieta et al., (2019); recomiendan para la mayoría de los países conservar la leche a una temperatura de  $4^{\circ}\text{C}$  como la más eficaz para inhibir el crecimiento de patógenos bacterianos. Una temperatura inferior a  $3^{\circ}\text{C}$  puede alterar la composición y calidad de la leche.

### **5.7. Propiedades químicas de leche cruda**

#### **5.7.1. pH**

Para Keating & Rodríguez, (2002); el pH de la leche fresca es de 6,5-6,7. Si los valores son superiores tienen que ver directamente con el estado de salud de la glándula mamaria, en cambio, que valores bajo de pH se debe a cantidades mínimas de  $\text{CO}_2$  disuelto en la leche.

### **5.7.2. Acidez titulable como ácido láctico**

De acuerdo con Keating & Rodríguez, (2002), “La acidez en la leche se da por un aumento en el recuento alto de bacterias, en ese momento ellas tienen la posibilidad de convertir la lactosa en ácido láctico”. Este parámetro se mide por el método de titulación, para lo cual se utiliza hidróxido de sodio (NaOH) y su valor normal oscila entre 0,13 a 0,17%. Leches de mala calidad aguadas, con mastitis, poseen valores por debajo de 0,13%; mientras que leches con valores por encima de 0,17%; constituyen leches contaminadas por la degradación microbiana de los lípidos y la lactosa.

### **5.7.3. Proteínas**

Las proteínas proceden de unidades estructurales químicas llamadas aminoácidos, los mismos que se encuentran compuestos de carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O), con otros elementos como el azufre (S), el fósforo (P) y el hierro (Fe) (López & Barriga, 2016) . Las propiedades físico-químicas de la leche van a estar directamente influenciadas por la estabilidad de las proteínas. Desde el punto de vista nutritivo, las proteínas son los componentes más importantes de la leche (Arrieta, et al., 2019).

### **5.7.4. Lactosa**

Después del constituyente agua en la leche uno de los carbohidratos más abundante y que sólo se encuentra en la leche, es sin duda alguna la lactosa; este hidrato de carbono es un disacárido que se forma por la unión de la galactosa más la glucosa; d, que se forma en el suero de la leche (Calderón, Rodríguez y Martínez; 2013).

### **5.7.5. Materia grasa**

La grasa en la leche de vaca generalmente se mide en porcentaje y la misma puede variar a diversos factores como la nutrición, la edad, la salud y la

genética del animal (Keating & Rodríguez, 2002). El valor normal del porcentaje de grasa es mínimo del 3% (INEN, 2012).

## **5.8. Análisis microbiológico de leche cruda**

Desde el punto de vista de la calidad sanitaria de la leche, esta cumple con los requisitos mínimos y se vuelve apta para el consumo humano cuando no existe una proliferación muy acentuada de bacterias patógenas (Galeano & Manrique, 2010). Es por esto, que es importante conocer la carga microbiana de la leche cruda la misma que se expresa como la cantidad en números de bacterias por mililitros de leche.

### **5.8.1. Recuento total de bacterias mesófilas**

Las bacterias mesófilas, se pueden difundir en diversos hábitats como el agua, aire y suelo; siempre y cuando la temperatura del entorno este entre los 25-37°C (Bohórquez, 2015). Este grupo bacteriano es uno de los más usados para al momento de caracterizar desde el punto de vista microbiológico a los alimentos por ser considerado un indicador de calidad. Los límites permisibles de este grupo bacteriano en la leche cruda de acuerdo a la normativa técnica ecuatoriana NTE INEN 9.2015, es de  $1,5 \times 10^{-6}$  UFC  $\text{cm}^{-3}$ .

La presencia de este grupo de microorganismos se da principalmente en la ubre de la vaca, la misma que si esta sana la concentración de microorganismos es baja en la leche cruda, caso contrario de existir alguna enfermedad o alguna práctica de ordeño no ha sido bien ejecutada o no se ha procedido a enfriar la leche posterior al ordeño la presencia de estas bacterias aumenta considerablemente.

### **5.8.2. Recuento de Enterobacterias**

El grupo de bacterias representado por la *Enterobacteriaceae*, se lo localiza como habitantes habituales de la flora intestinal de los mamíferos de sangre caliente, incluido el hombre; así como también, se los halla en plantas, aguas estancadas, partículas de polvo, entre otros. Como se señaló anteriormente,

y de acuerdo con Keating & Rodríguez, (2002); estas bacterias se encuentran alojadas en el intestino por ende se las asocia a la presencia de heces fecales por lo que si el agua o en este caso la leche cruda presenta coliformes quiere decir que existe contaminación. Entre los géneros de bacterias que integran este grupo y que se presentan en la leche y otros alimentos tenemos: *Salmonella*, *E. coli*, *Yersinia*, *Shigella*; cuando las condiciones ambientales presentan una temperatura de 37 °C.

### **5.8.3. Recuento de *Staphylococcus aureus*.**

La morfología a nivel microscópico de esta bacteria se la visualiza como un racimo de uvas, habitan ambientes anaeróbicos facultativos, pero pueden crecer en ambientes aeróbicos cuando la temperatura llega a los 37°C hasta los 10°C (Padilla, 2007). Estas bacterias pueden ser colonizadores de la leche cruda pero en muy bajas concentraciones.

Para Galeano & Manrique en (2010), estas bacterias pueden generar toxinas que pueden presentarse en vacas con problemas de mastitis o por las pésimas condiciones de higienes de los establos, mala higiene del personal que ordeña, utensilios y contenedores mal lavados. Cabe mencionar, que estas bacterias cuando colonizan un alimento ocasionan serios problemas de intoxicación, ya que se vuelven termorresistentes pudiendo sobrevivir a la pasteurización (Bion et al., 2016).

El consumo de un alimento como la leche contaminado por esta bacteria puede manifestar cuadros diarreicos, vómito y malestar general de debilitamiento muscular; después de 1 a 6 horas de haber ingerido el alimento (Padilla, 2007).

### **5.8.4. Recuento total de bacterias ácido lácticas (BAL)**

Las bacterias lácticas son un grupo microbiano de morfología esférica que se disponen de manera solitaria o en colonias formando cadenas, son Gram (+), catalasa (-); entre los géneros más representativos de este grupo tenemos

*Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* y *Streptococcus* (Tonhati et al., 2000).

A las bacterias ácido lácticas se las conoce como (BAL) y se constituyen en un grupo bacteriano que dentro de sus características especiales esta la capacidad de fermentar anaeróticamente la lactosa produciendo de esta manera ácido láctico, el mismo que se está usando para producir alimentos que conserven sus características organolépticas y nutricionales; así como también ayudan a inhibir el crecimiento de patógenos y al deterioro proteolítico del mismo (Talledo et al., 2020).

### **5.9. Residuos de antibióticos en leche**

Para Chamorro et al., (2010); los antibióticos son sustancias veterinarias que tienen la capacidad de prevenir la proliferación de bacterias destruyéndolas o evitando que se multipliquen. Se utilizan para tratar y prevenir infecciones así como promotores del crecimiento. Cuando se usa como medicamento, se administra en dosis cortas (1-7 días).

De acuerdo con Martínez (2009), determina que los residuos se constituyen en cualquier sustancia de procedencia farmacológica que al ser consumida por el animal puede eliminarse por medio de las excretas u orinas o diluirse como metabolito en la carne, leche o huevos durante un periodo de tiempo; afectando de forma nociva al consumidor provocando alergias, problemas de carácter cancerígeno o resistencia a los antibióticos (Hassan et al., 2014).

Dentro de los antibióticos comúnmente usados tenemos el grupo  $\beta$ -lactámicos (penicilinas / cefalosporinas) y aminoglucósidos (Bion et al., 2016).

## **6. METODOLOGÍA**

### **6.1. Recolección de muestras**

La realización de la presente investigación, consideró tomar muestras de leche de cuatro expendedores de leche asentados dentro y fuera del mercado

de abastos de la ciudad de Chone, las mismas que fueron tomadas durante tres meses cada 15 días (teniendo en total 6 repeticiones). Las muestras fueron tomadas en frascos plásticos estériles de 1000 ml, los mismos que fueron codificados, además, se procedió a llevar una ficha de datos la misma que se llenaba con información tomada en el mismo momento que se realizó el muestreo.

A continuación, las muestras se almacenaron en un hielera a una temperatura de refrigeración 4 a 5°C; con la finalidad de que las mismas mantuvieran sus características físico-químicas y se inhibiera la potencial presencia de microorganismos patógenos. Este trabajo fue realizado cada 15 días durante 90 días.

## **6.2. Análisis fisicoquímico de las muestras de leche**

### **6.2.1. Análisis de la densidad de la leche**

Para realizar este análisis se empleó el método del lactodensímetro (15°C); para lo cual se homogenizó la muestra de leche y se dispusieron 250 ml de la misma en una probeta, después se tomó la temperatura de la leche, a continuación, se sumergió el lactodensímetro hasta que se estabilizó completamente. Por último, se realizó la corrección de la densidad considerando la temperatura de la leche si es que la misma se encuentra por encima o debajo de los 15°C ( $FC=0,0002$ ).

### **6.2.2. Análisis del pH**

Para el análisis del pH se tomaron 10 ml de la muestra de leche en un vaso de precipitación, luego se introdujo el electrodo del potenciómetro (Hanna®) y se procedió a registrar la lectura del pH.

### **6.2.3. Análisis de sólidos totales de la leche**

En lo que respecta al análisis de los sólidos totales, se realizó mediante el empleo del lactómetro, para lo cual se requirió de los valores de la gravedad



específica y el porcentaje de grasa presente en la leche, para aplicarlos en la presente fórmula

$$St = 0,25 L + 1,2 F + 0,14 \quad (1)$$

Donde: St: sólidos totales (%); L: lectura del lactómetro y F: contenido de grasa (%).

#### **6.2.4. Análisis del contenido de sales en la leche**

En lo que respecta a este parámetro, se tomaron 10 ml de leche cruda y se vertió en un vaso de precipitado, a continuación se añadió 2 ml de una solución de dicromato potásico. Luego, se procedió a titular la mezcla con una solución de nitrato de plata 0,1N; hasta que se obtuvo una coloración anaranjada. Posteriormente, el porcentaje de sales en la leche se calculó empleando la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Sales} = 0,0585 \times \text{AgNO}_3 \text{ consumidos} \quad (2)$$

Donde: 0,0585 constante; AgNO<sub>3</sub> consumidos: ml gastados en la titulación de la muestra.

#### **6.2.5. Análisis de lactosa de la leche**

En un matraz de 100 ml, se colocaron exactamente 10 ml de leche y se diluyó con 70 ml de agua destilada, luego se adicionó 5 ml de reactivo de Courtonne (subacetato de plomo al 30 %), se agitó vigorosamente y se llevó a 100 ml con agua destilada; después se homogenizó y se filtró a través de un papel filtro tipo Whattman; el líquido filtrado fue el que se le valoró el contenido de lactosa por el método de Fehling- Causse-Bonnans.

#### **6.2.6. Análisis de proteína de la leche**

Se empleó el método de Kjeldahl mide el contenido en nitrógeno de una muestra. El proceso, se divide en tres etapas, la primera llamada de digestión se tomaron 5 ml de muestra y se introdujeron en un tubo de ensayo junto con

20 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado y una pastilla de digestión, posteriormente se digirió a  $420\text{ }^\circ\text{C}$  durante un 30 minutos. Luego en la etapa de digestión, al tubo de ensayo con la muestra digerida se adicionó 25 ml de agua destilada, con la finalidad de que se enfrié. Después que el tubo de ensayo se enfrió se puso en el soporte del destilador (Vapodest 2000 ®) y se adicionó 50 ml de NaOH (10 N); luego por arrastre de vapor el amoniaco liberado es recogido sobre una disolución de  $\text{H}_2\text{BO}_3$  (4 % p/v) más 3-4 gotas de fenolftaleína. El destilado tomó un color verde luego esto se tituló con una solución de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (0,02 N) hasta que la muestra viró a un color rosa pálido; se tomaron los ml consumidos y se aplicó la respectiva fórmula.

#### **6.2.7. Análisis de la grasa de la leche**

Se preparó la muestra, para lo cual se calentó la leche en un tubo de ensayo a una temperatura de  $20\text{ }^\circ\text{C}$  y se homogenizó cuidadosamente evitando la tendencia a convertirse en mantequilla. Luego de que se ajustó la temperatura, la leche se dejó reposar durante 5 minutos con el fin de eliminar las burbujas de aire. Se midió con una probeta 10 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  y se colocó dentro de un butirómetro. Ya preparada la muestra, se tomó 10,75 ml de la misma a  $20\text{ }^\circ\text{C}$  y se introdujo en el butirómetro. La adición se realizó cuidadosamente evitando así que se humedeciera el cuello del butirómetro y que los líquidos no se mezclen. A continuación, se añadió 1 ml de alcohol isoamílico al butirómetro y se cerró con su respectivo tapón. Se agitó vigorosamente para que la leche y el  $\text{H}_2\text{SO}_4$  se mezclen y la proteína esté totalmente disuelta. Luego se calentó el butirómetro hasta que los productos que se forman tiñen la disolución de color marrón. Luego, se centrifugó los butirómetros por espacio de 5 minutos a  $65\text{ }^\circ\text{C}$  en una centrifuga termostada. Por último, la lectura se realizó observando que la línea divisoria  $\text{H}_2\text{SO}_4$  / grasa este sobre una de las líneas de la escala del butirómetro.

#### **6.3. Análisis microbiológico**

En lo que concierne al análisis microbiológico tenemos:

### **6.3.1. Determinación de bacterias mesófilas**

Se procedió a cultivar empleando el agar Plate Count (APC); se rotularon las cajas Petri con la fecha, medio de cultivo y el número de dilución correspondiente. Colocar 100µl de cada dilución a realizarse sobre la superficie del agar preparado, luego mediante el empleo del asa de Drigalsky se estrió. A continuación, se invirtieron las placas y se las sometió a incubación a temperaturas de 30°C ± 2°C por 24-48 horas.

Se tomaron como colonias formadas sobre el agar a las de color blanco crema que presentaban un diámetro de entre 2 a 3mm de diámetro. El conteo se reportó como UFC ml<sup>-1</sup>.

### **6.3.2. Determinación de Enterobacterias**

El cultivo se lo realizo en agar MacConkey Agar, una vez preparado el medio, se procedió a rotular las cajas Petri y de las diluciones realizadas con antelación se toman 100 ul de la muestra y se la suspende en la superficie del agar, luego con un asa de Drigalsky proceder a estriar por el método de agotamiento. A continuación, invertir las cajas Petri selladas con cintas de Parafilm e incubar a 35-37°C por 24-48 horas. Al final de la incubación, se procedió a leer los resultados y se contó las colonias con apariencia rosácea que presentaban o no halo. El conteo se reportó en UFC ml<sup>-1</sup>

### **6.3.3. Determinación de *Staphylococcus aureus***

Para realizar el cultivo de esta bacteria se utilizó el agar Baird Parker, al cual se le añadió 25 ml de emulsión de yema de huevo y 10 ml de una solución de telurito. Se procedió a mezclar para luego añadirla en las cajas de Petri, se espera unos pocos minutos para que la mezcla se solidifique y se almacenó en refrigeración. El momento de la siembra se rotularon las cajas de Petri; se tomó una micropipeta y se dispensó 100 µl de muestra diluida sobre la superficie del agar, posteriormente con el asa de Drigaslsky estriar la muestra.

A continuación, se incubaron bajo aerobiosis, a 35-37°C por 24-48 horas. Las colonias reportadas como positivas fueron las de color negro así como

agrupaciones transparentes con formación o no de halo alrededor de las mismas. Su tamaño varía entre 2 hasta 5 mm de diámetro.

#### **6.3.4. Determinación de bacterias ácido lácticas (BAL)**

Para el cultivo de las BAL (*Lactococcus*), se usaron los medios caldo M17 + agar Bacto previamente esterilizados a 121°C por 15 minutos. Luego se colocó una alícuota de 1000µl de muestra diluida en una caja Petri vacía y previamente rotulada; a continuación por el método de profundidad se colocó el agar a temperatura de 35°C sobre la muestra colocada en la caja Petri, se homogenizó con ligeros movimientos de vaivén de derecha a izquierda y de abajo hacia arriba por unos 3 minutos. Posteriormente, se solidificó el medio y se colocó en forma invertida, llevándolo a incubación en un ambiente anaeróbico a 35-37°C durante 24-48 horas. Se reportaron como positivas las formaciones coloniales blanquecinas, con un diámetro de entre 1 a 2 mm.

Mientras que para el cultivo de BAL (*Lactobacillus*) se usaron los medios caldo MRS + agar Bacto y se procede de la misma forma que el anterior cultivo de *Lactococcus*. Para el reporte de las formaciones coloniales se tomaron en cuenta las colonias de color blanco cremoso con un diámetro entre 1-2 mm.

#### **6.4. Análisis estadístico**

Los datos obtenidos se consideraron en una base de datos de Microsoft Excel y el análisis se hizo a través de procedimientos estadísticos descriptivos que incluyeron promedios, desviación estándar, valores mínimos y máximos para cada uno de los parámetros evaluados y comparándolos con los niveles de referencia emitidos por los entes de control de calidad de la leche cruda tanto a nivel nacional como internacional.

Además, para los para la comparación entre los sitios de expendio se utilizó el programa estadístico SAS (2010); para realizar el análisis de varianza (ANOVA) respectivo y posteriormente para determinar diferencias significativas al 95% de intervalo de significancia se utilizó la prueba de Duncan.

## **7. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

### **7.1. Análisis físico-químico**

En lo referente a los parámetros físico-químicos que se determinaron para el desarrollo de esta investigación de análisis de calidad de la leche cruda que se expende en el mercado de abastos de la ciudad de Chone, tenemos:

#### **7.1.1. Determinación de la densidad de la leche**

En el mercado de abastos de la ciudad de Chone, podemos determinar que la densidad de la leche cruda en promedio  $1,029 \text{ g ml}^{-1}$ , con un valor máximo de  $1,032 \text{ g ml}^{-1}$  y un valor mínimo de  $1,025 \text{ g ml}^{-1}$ . Así mismo, como podemos apreciar, no se obtuvieron diferencias significativas para este parámetro. Esto nos permite vislumbrar, que la leche que se expende en el mercado de la ciudad de Chone, cumple con lo requerido en la normativa técnica ecuatoriana vigente NTE INEN 9, 2012; en lo que respecta a la densidad. Por lo que es conveniente mencionar, que el valor de la densidad está dentro del rango de  $1,028\text{-}1,032 \text{ g ml}^{-1}$ .

Dentro de este orden de cosas, es preciso mencionar que el valor de densidad hallado en este estudio son análogos a los reportados por Chimborazo, (2020) en un análisis de la calidad de la leche cruda de un centro de acopio en la ciudad de Riobamba. Así mismo, podemos determinar que este valor está dentro del rango reportado por Guevara, et al., (2019), para calidad de leche de pequeños productores de Cotopaxi.

Cabe mencionar que de acuerdo con Calderón, García, & Martínez (2006), estos resultados demuestran que no existe adulteración de la leche cruda ya que si estos valores se encuentran fuera del rango pudiera existir la adición de agua a la leche modificando así su peso real, alterando la grasa y el extracto seco de la misma.

**Tabla 1.** Análisis de la densidad (g ml<sup>-1</sup>) de la leche cruda expendida en al Mercado de la ciudad de Chone.

Expendedores	n	Promedio	min	Max	D.S
1	6	1,028	1,025	1,029	0,001
2	6	1,029	1,027	1,032	0,002
3	6	1,029	1,027	1,032	0,002
4	6	1,028	1,026	1,032	0,002

### 7.1.2. Determinación del pH de la leche

El valor promedio del pH en el presente estudio se ubica en  $6,97 \pm 0,121$  razón por la cual este valor se encuentra fuera del rango de 6,5 – 6,8 propuesto por MAGAP & AGROCALIDAD, en (2013); por esta razón se determina que la leche está contaminada debido al mal manejo de la conservación de la leche y a las malas condiciones higiénicas de manipulación de la misma. De acuerdo con Salguero, (2019); la leche con valores por encima del rango de pH propuesto por lo organismos de control demuestran que la leche ha sido estabilizada con productos alcalinos, como el bicarbonato de sodio.

Cabe mencionar que al analizar los resultados bajo un rango de comparación de medias por Duncan ( $p > 0,05$ ); los mismos presentan diferencias significativas entre el expendedor 1 (E1)  $6,77 \pm 0,143$  y los otros tres expendedores, por lo que podemos apreciar que únicamente el E1 se encuentra dentro del rango de calidad establecido para el pH (Tabla 2).

**Tabla 2.** Análisis del pH de la leche cruda expendida en al Mercado de la ciudad de Chone.

Expendedores	n	Promedio	min	Max	D.S
1	6	6,77 <sup>a</sup>	6,54	6,92	0,143
2	6	7,02 <sup>b</sup>	6,81	7,34	0,186
3	6	7,05 <sup>b</sup>	6,90	7,30	0,152
4	6	7,03 <sup>b</sup>	6,00	8,06	0,002

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Los valores de pH hallados en el presente estudio, se encuentran ligeramente por encima de los reportados por Moreira, et al., (2020); quienes determinaron que el contenido promedio del pH en leche de los sistemas bovinos del

cantón El Carmen, se encontró en 6,51. El pH en general, debe de ser considerado un parámetro a mantener mucho cuidado ya que incide en las condiciones higiénicas de la leche desde que se la ordeña hasta que llega al consumidor final.

### 7.1.3. Determinación de los sólidos totales de la leche

En los análisis realizados se puede determinar que existe un valor promedio de sólidos totales en la leche cruda de 12,23% por lo que se encuentra acreditado por la normativa técnica ecuatoriana vigente NTE INEN 9:2012, cuyo valor mínimo es de 11,2%. Cabe mencionar, que los valores aquí reportados tienen diferencias significativas entre los expendedores, al aplicar el test de Duncan de comparación de medias ( $p > 0,05$ ); siendo el E3 el que menor porcentaje de sólidos presenta (11,93%) y el que mayor porcentaje presenta es la leche del expendedor E1 (12,30%). Estos valores son superiores a los reportados por (Molina, 2009), quien obtuvo valores de sólidos totales de 10,69% en leche cruda en la parroquia de Pintag de la ciudad de Quito.

Por otra parte y no menos importante, es menester indicar que los diversos valores hallados entre los expendedores de leche, se debe a que tienen diversas maneras de filtrar la leche desde los tanques de aluminio a los tanques de recepción que muchas veces son de PVC y de aluminio; así mismo el material de filtrado es diverso desde lienzo hasta cedazos de diverso ojo de malla.

**Tabla 3.** Análisis de sólidos totales (%) de la leche cruda expendida en el Mercado de la ciudad de Chone.

Expendedores	n	Promedio	min	Max	D.S
1	6	12,30 <sup>a,b</sup>	11,69	12,65	0,034
2	6	12,67 <sup>b</sup>	12,11	13,32	0,483
3	6	11,93 <sup>a</sup>	11,47	12,72	0,425
4	6	12,01 <sup>a</sup>	11,43	12,96	0,526

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### 7.1.1. Determinación del contenido de sales de la leche

El porcentaje de sales en la leche cruda que se analizó en la presente investigación presenta valores promedio que van desde los 0,69 a 0,71%; cabe mencionar que los valores reportados no presentaron diferencias significativas entre los expendedores ( $p > 0,05$ ).

**Tabla 4.** Análisis del contenido de sales (%) de la leche cruda expendida en al Mercado de la ciudad de Chone.

Expendedores	n	Promedio	min	Max	D.S
1	6	0,69	0,67	0,71	0,014
2	6	0,71	0,68	0,73	0,019
3	6	0,70	0,69	0,72	0,012
4	6	0,69	0,64	0,73	0,031

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

De acuerdo con Cervantes, Cesín & Mamani en (2013); el contenido de sales en la leche se puede presentar de forma coloidal o en solución, en esta última forma se pueden encontrar como iones libres. De todas formas, de acuerdo con Vázquez en (2018) la concentración de sales en la leche cruda tiene como referencia un valor de 0,9%; este valor es superior a los encontrados en el presente estudio, esto producto de la regulación osmótica que según Santos (2000), hace que la concentración de sales sea inversamente proporcional al contenido de lactosa.

### 7.1.2. Determinación del contenido de lactosa de la leche

Los valores del porcentaje de lactosa encontrados en la presente investigación, determinan un rango de concentración promedio de 4,60 a 4,68%; determinándose que existen diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre los expendedores 1, 3 y 4 frente al expendedor 2.



**Tabla 5.** Análisis del contenido de lactosa (%) de la leche cruda expendida en al Mercado de la ciudad de Chone.

Expendedores	n	Promedio	min	Max	D.S
1	6	4,61 <sup>a</sup>	4,58	4,63	0,018
2	6	4,68 <sup>b</sup>	4,65	4,73	0,033
3	6	4,60 <sup>a</sup>	4,56	4,65	0,032
4	6	4,62 <sup>a</sup>	4,59	4,65	0,022

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Vázquez (2018), reporta que el valor referencial del porcentaje de lactosa en la leche cruda es de 4,9%; por lo tanto los valores aquí descritos se encuentran por debajo de dicha referencia. Sin embargo, los valores descritos en esta investigación son superiores al determinado por Rodríguez (2017), mismo que obtuvo un valor de 4,3%; esto potencialmente podría deberse a la presencia de mastitis en la leche.

### 7.1.3. Determinación del contenido de proteína de la leche

El promedio obtenido de proteína en el presente estudio es de 3,06 %, con un promedio máximo de 3,14% y un mínimo de 2,97%, en el Mercado de la ciudad de Chone

**Tabla 6.** Análisis del contenido de proteína (%) de la leche cruda expendida en al Mercado de la ciudad de Chone.

Expendedores	n	Promedio	min	Max	D.S
1	6	3,08 <sup>b,c</sup>	3,05	3,11	0,022
2	6	3,11 <sup>c</sup>	3,08	3,14	0,023
3	6	3,01 <sup>a</sup>	2,97	3,04	0,026
4	6	3,05 <sup>b</sup>	3,01	3,10	0,036

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Según lo descrito por Rodríguez (2017), donde obtuvo un promedio de 2,99 %. Así mismo, este valor es mayor al estipulado por la normativa técnica ecuatoriana NTE INEN 9.2012, cuyo valor establecido como referencia es 2,9%.

Los valores variables del contenido de proteína en la leche cruda descritos en el presente estudio podría estar determinado por la edad y diversidad de razas del ganado; así como presencia de mastitis. Es menester, indicar que el

contenido de proteína en la leche guarda una relación directamente proporcional (López & Barriga, 2016).

#### 7.1.4. Determinación del contenido de grasa de la leche

El contenido de grasa de la leche cruda analizada en la presente investigación tiene un rango promedio que va desde 3,81% a 4,40%; presentándose diferencias significativas entre los expendedores ( $p > 0,05$ ), la normativa técnica ecuatoriana vigente NTE INEN 9:2012; expresa que estos valores se encuentran por encima del valor mínimo establecido como requisito que es de 3,2%.

**Tabla 7.** Análisis del contenido de grasa (%) de la leche cruda expendida en al Mercado de la ciudad de Chone.

Expendedores	n	Promedio	min	Max	D.S
1	6	4,40 <sup>c</sup>	4,34	4,47	0,044
2	6	4,37 <sup>c</sup>	4,32	4,41	0,035
3	6	3,81 <sup>a</sup>	3,78	3,84	0,023
4	6	4,03 <sup>b</sup>	3,99	4,08	0,037

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Por otra parte, estos valores están por encima del valor promedio de 3,8% reportado por Mariscal, Ibañez & Gutierrez en (2013); de acuerdo a estos autores el porcentaje de grasa presente en la leche cruda está influenciada por factores tales como la raza, el estado de lactancia, el tipo de dieta, entre otros factores.

Pereira, por su parte, en (2014), determina que la leche proveniente de bovinos contiene entre un 3 a 4% de grasa, lo que indica que los valores hallados en esta investigación se encuentran dentro del rango propuesto por el autor anteriormente mencionado.

## **7.2. Análisis Microbiológico**

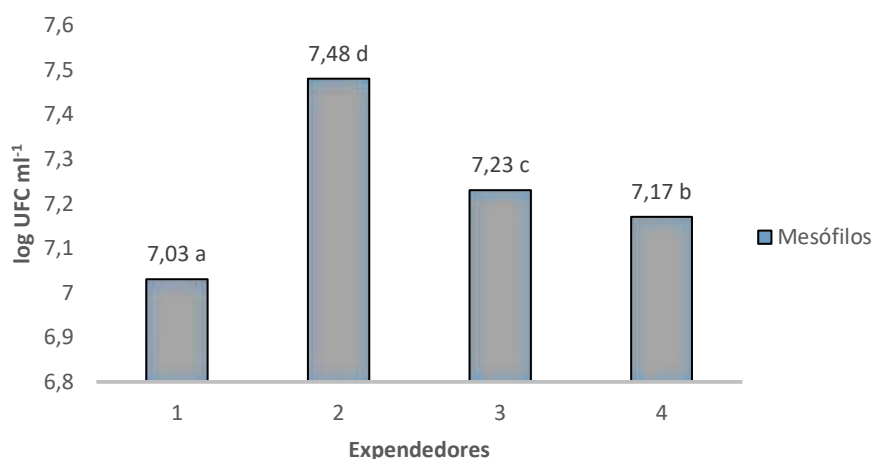
A continuación, se presentan los valores de los resultados concernientes a los parámetros microbiológicos de calidad de la leche cruda que se expende en el mercado general de Chone, es así como podemos evidenciar la presencia y cantidad de los siguientes grupos microbianos:

### **7.2.1. Determinación de bacterias mesófilas**

De acuerdo con la normativa técnica ecuatoriana NTE INEN 9.2015 el límite que se establece dentro de dicha normativa es de  $6,18 \log \text{ UFC ml}^{-1}$ , es por esto que podemos apreciar en la figura 1, que los 4 expendedores expenden leche por fuera del rango permisible, tanto así que ( $E1= 7,03 \pm 0,01$ ;  $E2= 7,48 \pm 0,01$ ;  $E3= 7,23 \pm 0,01$  y  $E4= 7,17 \pm 0,02$ ), en todos los casos de los expendedores se mostraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ).

Estos valores son análogos a los presentados por Chimborazo en (2020); quien reporta valores de bacterias mesófilas entre 7,34 y 8,34  $\log \text{ UFC ml}^{-1}$ . Tal situación puede presentarse producto de una mal manejo del mantenimiento en refrigeración de la leche, así mismo valores altos de mesófilos dan cuenta de una mala higiene en las manos por parte del ordeñador, ubres sucias o utensilios usados en esta labor mal lavados.

Por otra parte, es menester considerar que en los sitios de expendio del mercado, la leche se la mantiene en fundas plásticas o en canecas las mismas que al pasar las horas de la mañana y tarde se calientan, haciendo que en la leche proliferen este grupo de bacterias, lo que conlleva a una pérdida en las características nutricionales y sensoriales del producto (Calderón et al., 2006).



**Figura 1.** Análisis de la presencia y cantidad de bacterias mesófilas en muestras de leche cruda expendidas en el mercado de abastos de Chone.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

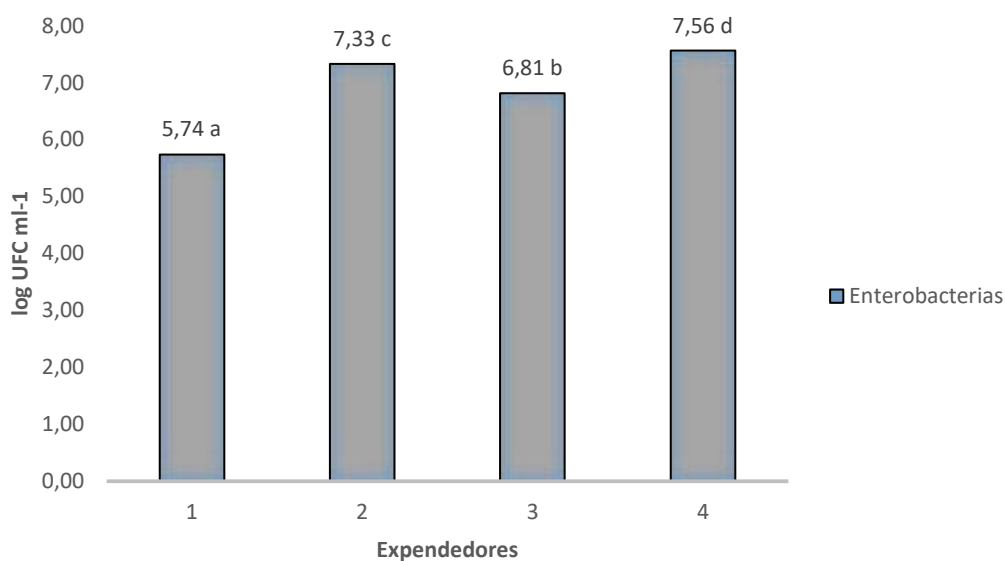
### 7.2.2. Determinación de Enterobacterias

De acuerdo con Mallet et al., (2012), determinan que el valor máximo para encontrar las bacterias del género Enterobacterias es  $5,11 \log \text{UFC ml}^{-1}$  en la leche cruda, en esta investigación podemos encontrar valores que van desde  $5,74$  a  $7,56 \log \text{UFC ml}^{-1}$ ; encontrando que existen diferencias significativas entre los expendedores de leche ( $p > 0,05$ ). Cabe notar, que estos valores se constituyen en un indicador de la incorrecta higiene que existe en la tarea de ordeño tanto por parte del ordeñador como también por la limpieza del animal antes de ser ordeñado.

En el caso de los expendedores del mercado, las condiciones climáticas hacen que existan insectos como moscas que se encuentran posándose sobre la superficie de mostradores, contenedores, transmitiendo de esta manera contaminación por patógenos como el caso de *Escherichia coli*. Es preciso, determinar que los expendedores no tienen guantes y toman el dinero que pasa de mano en mano sin tener control de la higiene y lavado de sus manos.

Por otra parte, la alta carga bacteriana de Enterobacterias, también se puede ver influenciada por la época lluviosa, ya que como lo señala Moreno et al.,

(2007); en esta época la actividad lechera se enfrenta a exposiciones a ambientes contaminados con estiércol, lodo, entre otros.

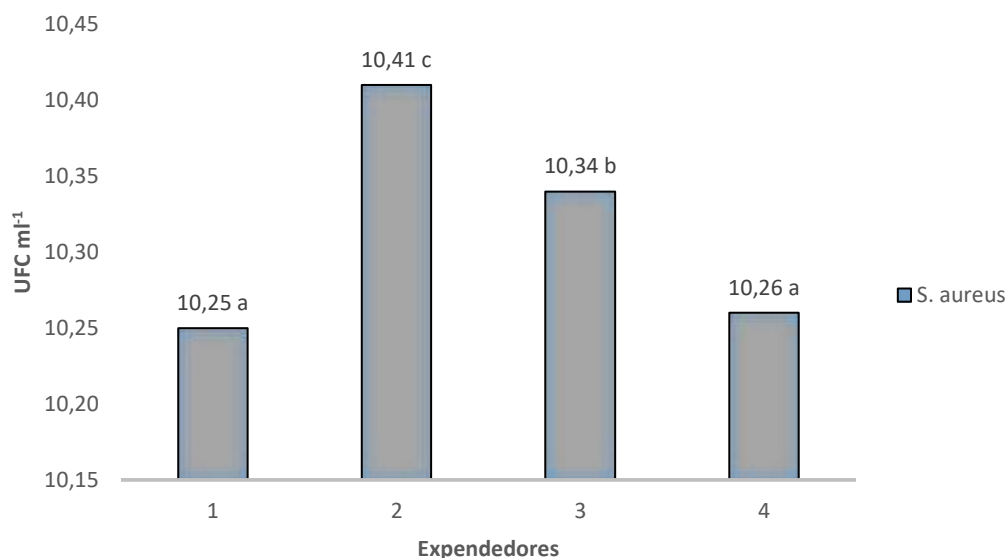


**Figura 2.** Análisis de la presencia y cantidad de enterobacterias en muestras de leche cruda expandidas en el mercado de abastos de Chone.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### 7.2.3. Determinación de *Staphylococcus aureus*

A pesar de que la normativa técnica ecuatoriana NTE INEN, no contempla límites para *Staphylococcus aureus*, sin embargo, se trabajó con criterios de la Norma Oficial Mexicana (NOM-243-SSA1-2010), donde manifiesta que el límite máximo es de 10 UFC ml<sup>-1</sup> para esta bacteria en la leche cruda. En lo que respecta a las diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) estas se dieron entre los expendedores E1 y E4 versus E2 y E3. La presencia de *S. aureus*, en la leche cruda determina problemas de higiene en la actividad del ordeño así como también refleja problemas de salud como mastitis, es por esto, que el ordeñador debe de antes de ejecutar el ordeño hacer una inspección visual de la ubre para determinar el estado de salud de las mismas. En caso de detectar alguna anomalía a nivel de las ubres es necesario registrar y tomar medidas profilácticas para que no exista transmisión al resto del ganado lechero (Le Marechal et al., 2011)



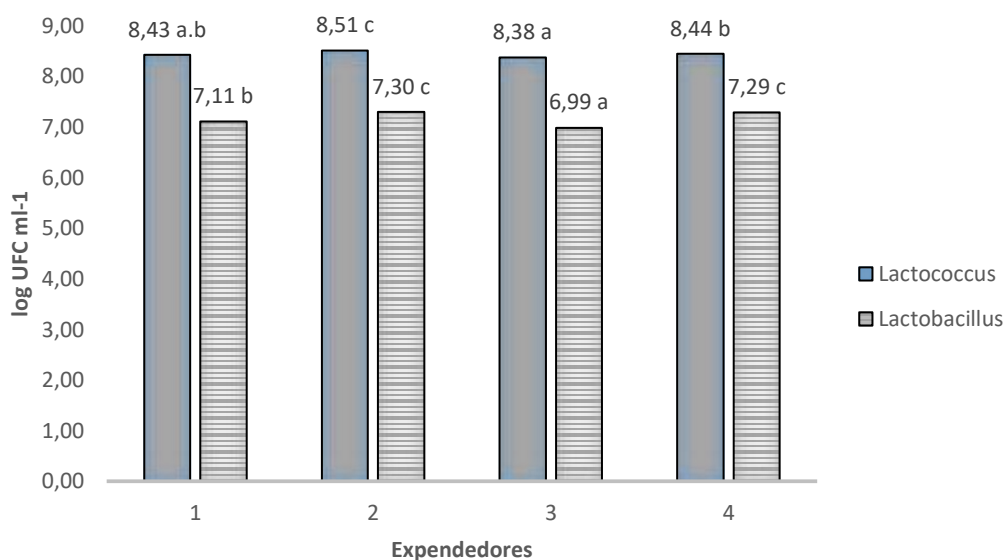
**Figura 3.** Análisis de la presencia y cantidad de *Staphylococcus aureus* en muestras de leche cruda expandidas en el mercado de abastos de Chone.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 7.2.4. Determinación de bacterias ácido lácticas (BAL)

No existe un límite establecido para determinar la cantidad de bacterias lácticas que pueden estar presentes en la leche cruda pero en este estudio se determinó la presencia de *Lactococcus* en un rango de 8,38 a 8,51 UFC ml<sup>-1</sup>; mientras que para *Lactobacillus* el rango encontrado se establece entre 6,99 y 7,30 UFC ml<sup>-1</sup>. La presencia de estas bacterias en la leche cruda, de acuerdo con Vasiee, Behbahani, & Yazdi, (2017), se constituye como parte de la flora microbiana natural de la misma; estas bacterias hasta cierto punto son benéficas para la salud, además de que son de gran utilidad en la industria alimenticia como preservantes y mejoradores de ciertos parámetros sensoriales de los mismos.

Pero por otra parte, la presencia en gran cantidad de las BAL en la leche cruda, también acarrea una serie de problemáticas como acidificación de la leche producto de la no adecuada conservación de la leche, esta acidificación fermenta la lactosa que esta contiene y la convierte en ácido láctico permitiendo que las proteínas formen grumos y se decanten (Akabanda et al., 2014).



**Figura 4.** Análisis de la presencia y cantidad de BAL en muestras de leche cruda expandidas en el mercado de abastos de Chone.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## 8. CONCLUSIONES

En características tales como densidad, pH, sólidos totales, contenido de grasa, sales, lactosa y proteína, la leche que se expende en el mercado de la ciudad de Chone, presenta buenas características, debido a las buenas concentraciones (%) determinadas como requisitos de calidad, las mismas que se hallan establecidas en la normativa técnica ecuatoriana NTE INEN 9:2012 y que ratifica que la leche que se expende en esta ciudad goza de buenos atributos a nivel de su química composicional.

En lo referente a la higiene con que se expende la leche en el mercado de la ciudad de Chone, está fue determinada mediante la evaluación microbiológica de mesófilos, Enterobacterias y *Staphylococcus aureus*; los cuales al compararse con la norma técnica nacional e internacional determinaron que no se cumple con las normas sanitarias correspondientes para este tipo de productos, determinando así que las condiciones de comercialización de la leche son inapropiadas.

Se estableció, que como focos de contaminación y adulteración de la leche cruda de bovino que se expende en el mercado de la ciudad de Chone, están

la falta de una cadena de refrigeración, la mala higiene de los recipientes donde se almacena la leche, la falta de higiene en las manos por parte de los comerciantes lo que puede ocasionar un foco de contaminación cruzada.

## **9. RECOMENDACIONES**

- La recomendación a considerarse dentro de esta investigación, es la capacitación de los expendedores de leche así como de sus proveedores para que los mismos cumplan con los criterios de higiene durante la cadena de comercialización de este producto disminuyendo de esta manera la carga bacteriana presente en la leche que se expende en el mercado de la ciudad de Chone.
- Las políticas de seguridad alimentaria de cada ciudad deben estar enmarcadas en las directrices nacionales, las mismas que establecen que los comerciantes de lácteos deben de tener dentro del mercado un área específica de ventas para evitar problemas de contaminación cruzada.
- Mejorar las condiciones de almacenamiento de la leche, para que así este producto cumpla con los parámetros de calidad y de higiene que permitan a la ciudadanía de esta ciudad contar con un producto inocuo y seguro para su consumo.



## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agudelo, A., & Bedoya, O. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista de Investigación*, vol. 2, núm. 1, pp. 38-42 Corporación <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69520107>
2. Akabanda, T., J. Owusu-Kwarteng, K. Tano-Debrah, C. Parlouda, and L. Jespersen. 2014. The use of lactic acid bacteria starter culture in the production of nunu, a spontaneously fermented milk product in Ghana. *Int. J. Food Sci.* 2014:ID721067. doi:10.1155/2014/721067
3. Arrieta, B.; Gómez, P.; Albis, F.; Calderón, A.; & Rodríguez; R. (2019). Calidad de La Leche cruda para consumo humano en dos localidades de Sucre, Colombia. *Rev. MVZ Córdoba.* 24 (3), 7355–7361. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1829>.
4. Barrera, F. (2014). Propuesta didáctica utilizando la química de la leche como tema orientador , para motivar el aprendizaje de conceptos fisicoquímicos de la materia . Propuesta didáctica utilizando la química de la leche como tema orientador , para motivar el aprendizaje. Universidad Nacional De Colombia. <http://www.bdigital.unal.edu.co/39659/1/1186805.2014.pdf>
5. Belage, E., Dufour, S., Bauman, C., Jones, A., & Kelton, D. (2017). The canadian national dairy study 2015. Adoption of milking practices in canadian dairy herds. *Journal of dairy science*, 100(5):3839–3849. <https://bit.ly/3s2IJHR>.
6. Bernal, L., Rojas, M., Vázquez, C., Espinoza, A., Estrada, J., & Castelán, O. (2009). Determinación de la calidad fisicoquímica de la leche cruda producida en sistemas campesinos en dos regiones del Estado de México. *Veterinaria México*, 38(4), 395–407. <http://www.redalyc.org/pdf/423/42338402.pdf/>.

7. Bion, C., Beck, A., Qu, Y., Pizzocri, G., Bolzoni, G., & Buffoli, E. (2016). Análisis de 27 residuos de antibióticos en la leche cruda de vaca y productos lácteos: validación de Delvotest®. *Food Addit Contam Parte A Chem Anal Control Expo Evaluación de riesgos*. 2016; 33 (1), pp. 54-59. <https://doi.org/10.1080/19440049.2015.1104731>.
8. Brito, F., & Garro, G. (1995). *Sanidade do gado leiteiro*. Coronel Pacheco: Embrapa-CNPGL/Sao Paulo, Tortuga.
9. Bohórquez, P. (2015). Estudio estadístico de los datos obtenidos en el análisis microbiológico de leche cruda entre unidades IBC y UFC para obtener el cálculo del factor de conversión. Tesis de Grado en la Carrera de Química de Alimentos. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Central del Ecuador. Quito.
10. Calderón, A., García, F., & Martínez, G. (2006). Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. *Rev. MVZ Córdoba*. 11: 725-737. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3299611>
11. Calderón, A.; Rodríguez, C.; Martínez H. (2013). Determinación de Adulterantes en leches Crudas acopiadas en procesadoras de queso en Montería (Córdoba). *Redalyc.org*, 202-206.
12. Campabadal, C. (2013). Factores que afectan el contenido de sólidos de la leche. *Centro de Investigaciones en Nutrición Animal Tropical*, Vol, 5 (1). Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica., pp. 67-92.
13. Carloni, E., Petruzzelli, A., Amagliani, G., Brandi, G., Caverni, F., Mangili, P., and Tonucci, F. (2016). Effect of farm characteristics and practices on hygienic quality of ovine raw milk used for artisan cheese production in central Italy. *Animal Science Journal*, 87(4):591–599. <https://bit.ly/3ayX60U>.

14. Cengel, Y. & Boles, M. (2012). Termodinámica. México : Mc Graw Hill, 2012, págs. 2-13.
15. Cervantes, F., Cesín, A., & Mamani, I. (2013). La calidad estándar de la leche en el estado de Hidalgo, México. Revista mexicana de ciencias pecuarias 4.1, 75-86. <https://bit.ly/2ZrA3Pb>.
16. Chamorro, J., López, E., Astaiza, J., Benavides, C., & Hidalgo, A. (2010). Determinación de la calidad composicional y de residuos antibióticos betaláctamicos en leche cruda expandida en el sector urbano del Municipio de Ipiales. Revista Centro de Estudios En Salud, 1, 89–101. <http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v12n1/v12n1a11.pdf>
17. Chimborazo, D. (2020). Control de calidad de un centro de acopio de leche cruda CA1, en la provincia de Chimborazo. Tesis de Grado en la Carrera de Bioquímica Farmacéutica. Facultad de Ciencias. ESPOCH. Riobamba.
18. CIL, C. de la I. L. 2015. La Leche del Ecuador - Historia de la lechería ecuatoriana. (C. de la I. L. (CIL), Ed.) (Primera ed). Quito-Ecuador. Retrieved from <http://www.pichincha.gob.ec/publicaciones/item/702-la-leche-del-ecuador.html>
19. Citalan, Luis., Ramos, J., Salinas, R., Bucio, A., Osorio, M., Herrera, J., & Orantes, A. (2016). Análisis sensorial de leche de vacas suplementadas con un alimento fermentado a base de pollinaza. Ecosistemas y recursos agropecuarios, 3(8), 181-191. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-90282016000200181&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282016000200181&lng=es&tlng=es)
20. Colcha C (2011). Revisión de literatura de la leche (en línea). Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/390/3/03%20AGI%20259%20REVISI%C3%93N%20DE%20LITERATURA.pdf>

21. Corbellini C (2000). Influencia de la nutrición en las enfermedades de la producción de las vacas lecheras en transición. En: Book of Abstracts of the XXI Congreso Mundial de Buiatría, 4-8 de diciembre, Punta de Este, Uruguay, pp. 689: 16.
22. Defaz, E., & Pérez, O. (2013). Determinación de la calidad físico-química y microbiológica de la leche cruda de los centros de acopio de las 10 asociaciones del CONLAC-T. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4251/1/T-UCE-0014-60.pdf>
23. Díaz, E., & Pérez, O. (2013). Determinación de la calidad físico-química y microbiológica de la leche cruda de los centros de acopio de las 10 asociaciones del CONLAC-T. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4251/1/T-UCE-0014-60.pdf>
24. Early, R. (1998). *Tecnología de los productos lácteos*. Zaragoza-España: Editorial Acribia.
25. FAO, 2004, FAO/OMS Manuales de elaboración de Productos Lácteos. Santiago de Chile; Varios Volúmenes.
26. FAO. (2010). Pro-Poor Livestock Policy Initiative. Rome: disponible en URL: <http://www.fao.org/docrep/012/i1522e/i1522e00.htm>
27. Fernández, L., Martínez, L., Paredes, F., Quispe, G., Pareja, C., Moore, J., Pérez, M., Lazaro, E., Palomino, W. (2010). Tecnología productiva de lácteos. Calidad de leche. Solid OPD. Perú.
28. Franklin B. (2011). El libro blanco de la leche y los productos lácteos. (en línea). México: Canilec. <http://www.yumpu.com/es/document/view/16270502/el-libro-blanco-de-la-leche-y-los-productos-lacteos-canilec-fepale>

29. Galeano, P., & Manrique, C. (2010). Estimación de parámetros genéticos para características productivas y reproductivas en los sistemas doble propósito del trópico bajo colombiano. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 57(2), 119-131. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/remvez/article/view/17342>
30. González, H., Fischer, V., Rocha, R., Fainé, G., Stumpj, W., & Adeuda, S. (2004). Avaliação da qualidade do leite na base leiteira de Pelotas, RS. Efeito dos meses do ano. *Rev. Bras Zootec*; 33:1531-1543.
31. Guevara, D., Montero, M., Valle, L., & Avilés, D. (2019). Calidad de leche acopiada de pequeñas ganaderías de Cotopaxi, Ecuador. *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 30(1), 247-255. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i1.15679>
32. Guzmán K. (2013). La industria láctea en Valledupar: primera en la región Caribe [http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura\\_finanzas/pdf/dtser\\_184.pdf/](http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/dtser_184.pdf/)
33. Hadde, E., Nicholson, T., Cichero, J., & Deblauwe, C. (2015). Rheological Characterisation of Thickened Milk Components (Protein, Lactose and Minerals). *Journal of Food Engineering*. 166. 10.1016/j.jfoodeng.2015.06.016.
34. Harding, F. (1995). *Milk quality*. Glasgow; Chapman and Hall.
35. Hassan, M., Amin, B., Ahaduzzaman, M., Alam, M., Faruk, A., & Uddin, I. (2014). Patrón de resistencia a los antimicrobianos contra *E. coli* y *Salmonella* en aves ponedoras. *Res J Vet Pract*. 2 (2): 30–5. <https://doi.org/10.14737/journal.rjvp/2014/2.2.30.35>.
36. INEC. (2017). Instituto Nacional de Estadística y Censo INEC Ecuador.
37. Keating, P., & Rodríguez, H. (2002). *Introducción a la lactología*. Editorial Limusa. 2º Edición. México, D.F

38. Kukilinski, C. (2003). Nutrición y Bromatología, Chile: Edición Omega páginas: 213-216.
39. Le Marechal, C., Thiéry, R., Vautor, E., & Le Loir, Y. (2011). Mastitis impact on technological properties of milk and quality of milk products. A review. Dairy Science & Technology, 91 (3), pp. 247-282.
40. Lerche, M. (2015). Inspección veterinaria de la leche. Ed Acribia; Zaragoza España, 1.69; p 188.
41. Lock, L., & Garnsworthy, P. (2002). Independent effects of dietary linoleic and linolenic fatty acids on the conjugated linoleic acid content of cows' milk. Anim. Sci. 74:163-176.
42. Looor, J., Ueda, K., Ferlay, A., Chilliard, Y., & Doreau, M. (2004). Biohydrogenation, duodenal flow, and intestinal digestibility of trans fatty acids and conjugated linoleic acids in response to dietary forage:concentrate ratio and linseed oil in dairy cows. J. Dairy Sci. 87: 2472–85.
43. López, L., & Barriga, D. (2016). La leche, composición y características/ Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 34 p.
44. Ludmila, S., & Falguni, G. (2015). Procesamiento de leche y elaboración de productos lácteos . CatholiC Relief Services (CRS); El Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente (PROGRESA); Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); United States Department of Agriculture (USDA), Managua, NI. 124 p.
45. Magareños. (2000). La leche cruda. Disponible en: [http://www.org/inicio/fisica/departafyq/TecnicasLaboratorio/9-la\\_leche\\_cruda.pdf](http://www.org/inicio/fisica/departafyq/TecnicasLaboratorio/9-la_leche_cruda.pdf)

46. MAGAP (2010). Decreto Ejecutivo No 1042. Reglamento para normar el pago por calidad de la leche y sanidad animal. Acuerdo ministerial 136.
47. MAGAP & AGROCALIDAD. (2013). Manual de procedimientos para la vigilancia y control de la inocuidad de leche cruda. <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2016/08/Manual-de-Leche-DAJ-2013461-0201.0213.pdf>
48. Mallet, A., Guéguen, M., Kauffmann, F., Chesneau, C., Sesboue, A., & Desmasures, N. (2012). Quantitative and qualitative microbial análisis of raw milk reveals substantial diversity influenced by herd mangement practices. *International Dairy Journal*, 27 (1-2), 13-21.
49. Manterola, H. (2007). Manejo nutricional y composición de la leche. El desafío de incrementar los sólidos totales en la leche. Una necesidad de corto plazo. Chile: Circular de extensión pecuaria, 33.
50. Mariscal, P., Ibáñez, R., y Gutiérrez, M. (2013). Características microbiológicas de leche cruda de vaca en mercados de abasto de Trinidad, Bolivia. *Agrociencias Amazonia*, 1(2), 18–24.
51. Martínez, D. (2009). Determinación de residuos de antibióticos betalactámicos y tetraciclinas en leche cruda en productores de COOPROLECHE. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10\\_1233.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10_1233.pdf)
52. Martínez, A., Ribot, A., Villoch, A., Montes de Oca, N., Remón, D., & Ponce, P. (2017). Quality and safety of raw milk under the current Cuban conditions. *Rev. Salud Anim.*, vol 39 (1). 51-61. ISSN: 2224-4697.
53. Meyer, M. (1990). Elaboración de productos lácteos. Primera edición. Editorial Trillas. México. 122 p.

54. Molina, F. (2009). Determinación de la leche cruda (acidez, densidad, grasa, reductasa, solidos totales), aplicando un programa de capacitación en 4 comunidades de la parroquia Pintag, Cantón Quito. Tesis de grado previa a la obtención del título de ingeniero zootecnista. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. ESPOCH. Riobamba.
55. Moreira, E.; García, R.; Montesdeoca, R.; Buste, M.; & López, G. 2020. Diagnosis of the hygienic sanitary quality of milk from bovine systems of El Carmen city. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*. Vol 4 No 1. ISSN 2602-8220.
56. Moreno, F., Méndez, V., Osuna, L., Vargas, M., & Rodríguez, G. (2007). Análisis microbiológico y su relación con la calidad higiénica y sanitaria de la leche producida en la región del Alto de Chicamocha (departamento de Boyacá). *Revista de Medicina Veterinaria*, 14, 61–83. <https://doi.org/10.19052/MV.1802>
57. NTE INEN (2012). Leche pasteurizada. Requisitos. Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN. Quinta revisión.: <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/10-5.pdf>
58. NTE INEN. (2015). Leche cruda. Requisitos. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9. Sexta revisión: [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/nte\\_inen\\_009\\_6r.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/nte_inen_009_6r.pdf)
59. NOM. (2010). Norma Oficial Mexicana. Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. NOM-243-SSA1-2010.
60. Padilla, J. (2007). Validación secundaria del método de recuento en placa en superficie de *Bacillus cereus* y *Staphylococcus aureus* en muestras de alimentos en un laboratorio de referencia. Tesis Pregrado. Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana.



61. Pereira, P. 2014. Milk nutritional composition and its role in human health. *Nutrition*. 30 (6) 619-27.
62. Requelme, N., & Bonifaz, N. (2012). Caracterización de sistemas de producción lechera de Ecuador. *La Granja*. Vol. 15(1): 55-69. ISSN: 1390-3799.
63. Rizzo, M. (2002). *Tecnología de la Leche. Procedimiento, Manufactura y Análisis*. Edit. Guerrero Hnos. S.A. México. D.F. 1971. pp. 11-13.
64. Rodríguez, H. (2017). Determinación de la calidad físico-química de la leche fresca en el sector Urisanya-Qollana en época de secas.
65. SAS Institute. (2010). *SAS/STAT 9.22 User's Guide*. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
66. Salguero, J. (2019). Calidad de leche cruda de pequeños productores del Cantón Cayambe, por análisis físico químicos y ensayos cualitativos. Tesis de grado previo a la obtención del título como Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Central del Ecuador. Quito.
67. Sah, B., Vasiljevic, T., McKechnie, S., and Donkor, O. (2018). Antioxidative and antibacterial peptides derived from bovine milk proteins. *Crit Rev Food Sci Nutr.*, 58(5):726–740. [http:// bit.ly/2ZFV08X](http://bit.ly/2ZFV08X)
68. Santos, V. (2000). Saude da glandula mamaria em fazendas produtoras de leite orgánico. Milk Point, [www.Milkpoint.com.br](http://www.Milkpoint.com.br)
69. Saran, A., & Chaffer, M. (2000). *Mastitis y Calidades de Leche*. Editorial InerMedica. ISBN. 9789505552254
70. Talledo, V., Chavarría, L., Zambrano, S., & Cuenca G. (2020). Effect of the use of lactic acid bacteria on the inhibition of microbiological deterioration of red tilapia fillets (*Oreochromis sp*). *Journal of Science and Research* E-ISSN: 2528-8083. Vol. 5, Núm. Núm. CINGEC2020 (2020). Pp. 363-383. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4434700/>

71. Tonhati, H., Cerón, M., Oliveira, J., Duarte, J., Furtado, T., & Tseimazides, S. (2000). Parámetros genéticos para a produção de leite, gordura e proteína em bubalinos. *Revista Brasileira de Zootecnia.*, 29 (suplemento 2):1320-1325.
72. Vallejo, A., Díaz, R., Morales, W., Godoy, V., Calderón, N., & Cegido, J. (2018). Physical-chemical and Hygienic Health Quality of Milk in Double Purpose Production Systems, Manabí-Ecuador. *Revista de Investigación Talentos Volumen V. (1)*, ISSN Digital 1390-8197. 35-44.
73. Vasiee, A., Behbahani, A., & Yazdi, T. (2017). Diversity and Probiotic Potential of Lactic Acid Bacteria Isolated from Horreh, a Traditional Iranian Fermented Food. DOI 10.1007/s12602-017-9282-x.
74. Vásquez, K. (2018). Caracterización Físicoquímica y Organoléptica de leche entera ultra-pasteurizada (UHT) procesadas en las empresas lácteas establecidas en Nicaragua. Laboratorio de Físicoquímica de Lácteos Centroamericanos, enero - mayo 2017. Tesis de Grado en Licenciatura en Química Industrial. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Managua.
75. Wolf, V., Bergamini, C., Perotti, M., & Hynes, E. (2013) Sensory and flavor characteristic of milk. In: *Milk and dairy products in human nutrition: production, composition and health*. First edition. Park WY, Haenlein FWJ (Eds). Jhon Wiley & Sons, Ltd. Iowa USA. pp: 310-337.

# **ANEXOS**

# LABOLAB

ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES  
INFORME DE RESULTADOS

NOMBRE DEL CLIENTE:	ADOLFO AVEGA ZAMBRANO
DIRECCIÓN:	CHONE
FECHA DE RECEPCIÓN:	SEPTIEMBRE 2020
MUESTRA:	LINCHE CRUDA
APARIENCIA DE LA MUESTRA:	LIQUIDA, BLANCA CREMOSA
MUESTREO POR:	CLIENTE
CONDICIONES AMBIENTALES:	4-5 ° CELSIUS

## ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

Expenditor	Semana	Densidad	pH	ST	Grasa	Sales	Lactosa	Proteína
1	1	1.028	6.98	12.5	4.47	0.71	4.63	3.01
1	2	1.028	6.71	11.89	4.42	0.67	4.62	3.06
1	3	1.028	6.82	12.35	4.54	0.69	4.6	3.05
1	4	1.028	6.54	12.41	4.39	0.68	4.58	3.04
1	5	1.029	6.92	12.65	4.38	0.69	4.62	3.11
1	6	1.027	6.71	12.18	4.41	0.7	4.6	3.07
2	1	1.028	6.93	12.41	4.39	0.7	4.73	3.08
2	2	1.028	6.81	12.35	4.34	0.68	4.65	3.14
2	3	1.029	7.34	12.68	4.39	0.68	4.67	3.1
2	4	1.031	7.11	13.18	4.41	0.71	4.71	3.09
2	5	1.027	6.92	12.71	4.35	0.73	4.69	3.11
2	6	1.032	7.03	13.32	4.32	0.72	4.68	3.13
3	1	1.029	7.03	11.94	3.79	0.69	4.65	2.99
3	2	1.032	7.10	12.72	3.82	0.7	4.58	3.04
3	3	1.027	6.90	11.47	3.62	0.69	4.58	3.01
3	4	1.028	7.30	11.75	3.64	0.71	4.59	3.03
3	5	1.029	6.90	11.93	3.78	0.7	4.61	3
3	6	1.028	7.10	11.74	3.63	0.7	4.62	2.97
4	1	1.029	7.04	12.18	3.68	0.64	4.59	3.08
4	2	1.027	6.95	11.79	4.08	0.69	4.61	3.07
4	3	1.032	6.95	12.88	4.02	0.73	4.65	3.02
4	4	1.027	7.13	11.76	4.06	0.71	4.6	3.04
4	5	1.028	7.09	11.95	4.01	0.68	4.62	3.1
4	6	1.028	7.01	11.43	3.99	0.7	4.61	3.01

Métodos de ensayo: Densidad NTE INEN 21; pH: ST; NTE INEN 34; Grasa NTE INEN 12; Sales: NOM 284 USAJ 2002; Lactosa: NOM 284 USAJ 2002; Proteína: NTE INEN 38. Unidades: L; %

Los análisis que contienen el (\*) se realizaron dentro del alcance de acreditación del IAE

\*\*Laboratorio acreditado por el IAE con acreditación N° 0148-18-IC-09-08

  
**Dra. Cecilia E. Sauriagu**  
**GERENTE GENERAL**

# LABOLAB

ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES  
**INFORME DE RESULTADOS**

NOMBRE DEL CLIENTE	ADOLFO AVEIGA ZAMBRANO
DIRECCIÓN	CHONE
FECHA DE RECEPCIÓN	SEPTIEMBRE 2020
MUESTRA	LECHE CRUDA
APARIENCIA DE LA MUESTRA	LIQUIDA, BLANCA CREMOSA
ENVASE	BOTELLA PLASTICA
MUESTREADO POR	CLIENTE
CONDICIONES AMBIENTALES	4-5 ° CELSIUS

**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

Expendedores	Mesófilos	Enterobacterias	S. aureus	Lactococcus	Lactobacillus
E1S1	7,03	5,63	10,21	8,44	7,11
E1S2	7,03	5,69	10,25	8,42	7,13
E1S3	7,04	5,72	10,28	8,41	7,09
E1S4	7,04	5,74	10,29	8,38	7,18
E1S5	7,05	5,92	10,24	8,43	7,08
E1S6	7,01	5,71	10,25	8,47	7,07
E2S1	7,48	7,39	10,41	8,49	7,25
E2S2	7,47	7,28	10,49	8,54	7,39
E2S3	7,49	7,43	10,42	8,59	7,23
E2S4	7,47	7,25	10,31	8,44	7,33
E2S5	7,46	7,29	10,43	8,53	7,31
E2S6	7,49	7,32	10,39	8,48	7,27
E3S1	7,24	6,78	10,32	8,39	6,95
E3S2	7,23	6,69	10,31	8,32	6,91
E3S3	7,22	6,83	10,29	8,38	6,99
E3S4	7,23	6,87	10,38	8,42	7,04
E3S5	7,23	6,89	10,33	8,35	6,98
E3S6	7,25	6,81	10,39	8,39	7,04
E4S1	7,19	7,55	10,18	8,39	7,27
E4S2	7,17	7,56	10,22	8,48	7,29
E4S3	7,12	7,59	10,28	8,42	7,31
E4S4	7,17	7,43	10,29	8,46	7,25
E4S5	7,18	7,59	10,31	8,42	7,33
E4S6	7,16	7,61	10,28	8,49	7,26

Métodos de ensayo: MESÓFILOS: NTE INEN 1529.5; ENTEROBACTERIAS: NOM-243-SSA1-2010S. AUREUS: NOM-115-SSA1-1994; (BAL): NOM-243-SSA1-2010 Unidades de recuento UFC ml-1

*Cecilia Luzuriaga*  
Dra. Cecilia Luzuriaga  
GERENTE GENERAL

\*\*Laboratorio acreditado por el SAE con acreditación N | OAE LE IC 06-001

## ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

### Densidad

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Densidad	24	0,16	0,00	0,20

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,2E-05	8	1,5E-06	0,36	0,9269
Expendedores	9,8E-06	3	3,3E-06	0,77	0,5274
Semanas	2,3E-06	5	4,7E-07	0,11	0,9884
Error	6,4E-05	15	4,2E-06		
Total	7,6E-05	23			

#### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0000 gl: 15

Expendedores	Medias	n	E.E.	
1	1,03	6	8,4E-04	A
4	1,03	6	8,4E-04	A
3	1,03	6	8,4E-04	A
2	1,03	6	8,4E-04	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0000 gl: 15

Semanas	Medias	n	E.E.	
2	1,03	4	1,0E-03	A
5	1,03	4	1,0E-03	A
6	1,03	4	1,0E-03	A
4	1,03	4	1,0E-03	A
1	1,03	4	1,0E-03	A
3	1,03	4	1,0E-03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### pH

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
pH	24	0,49	0,22	2,28

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,36	8	0,05	1,80	0,1562
Expendedores	0,33	3	0,11	4,33	0,0218
Semanas	0,03	5	0,01	0,27	0,9198
Error	0,38	15	0,03		
Total	0,74	23			

#### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0252 gl: 15

Expendedores	Medias	n	E.E.	
1	6,77	6	0,06	A
2	7,02	6	0,06	B
4	7,03	6	0,06	B
3	7,05	6	0,06	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0252 gl: 15

Semanas	Medias	n	E.E.
2	6,90	4	0,08 A
5	6,96	4	0,08 A
6	6,96	4	0,08 A
1	6,97	4	0,08 A
3	7,00	4	0,08 A
4	7,02	4	0,08 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**ST**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ST	24	0,36	0,02	4,15

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,19	8	0,27	1,06	0,4376
Expendedores	2,04	3	0,68	2,64	0,0876
Semanas	0,15	5	0,03	0,11	0,9872
Error	3,87	15	0,26		
Total	6,06	23			

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,2579 gl: 15

Expendedores	Medias	n	E.E.
3	11,93	6	0,21 A
4	12,01	6	0,21 A
1	12,30	6	0,21 A B
2	12,67	6	0,21 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,2579 gl: 15

Semanas	Medias	n	E.E.
2	12,14	4	0,25 A
5	12,16	4	0,25 A
6	12,17	4	0,25 A
1	12,26	4	0,25 A
4	12,28	4	0,25 A
3	12,36	4	0,25 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Grasa**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Grasa	24	0,99	0,98	0,86

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,44	8	0,18	141,40	<0,0001
Expendedores	1,44	3	0,48	375,44	<0,0001
Semanas	0,01	5	1,2E-03	0,97	0,4667
Error	0,02	15	1,3E-03		
Total	1,46	23			

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0013 gl: 15

Expendedores	Medias	n	E.E.	
3	3,81	6	0,01	A
4	4,03	6	0,01	B
2	4,37	6	0,01	C
1	4,40	6	0,01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0013 gl: 15

Semanas	Medias	n	E.E.	
5	4,13	4	0,02	A
6	4,14	4	0,02	A
3	4,14	4	0,02	A
1	4,16	4	0,02	A
2	4,17	4	0,02	A
4	4,18	4	0,02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Sales**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Sales	24	0,23	0,00	3,11

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,1E-03	8	2,6E-04	0,55	0,8049
Expendedores	9,8E-04	3	3,3E-04	0,69	0,5694
Semanas	1,1E-03	5	2,1E-04	0,46	0,8027
Error	0,01	15	4,7E-04		
Total	0,01	23			

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0005 gl: 15

Expendedores	Medias	n	E.E.	
1	0,69	6	0,01	A
4	0,69	6	0,01	A
3	0,70	6	0,01	A
2	0,71	6	0,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0005 gl: 15

Semanas	Medias	n	E.E.	
1	0,69	4	0,01	A
2	0,69	4	0,01	A
3	0,70	4	0,01	A
5	0,70	4	0,01	A
4	0,70	4	0,01	A
6	0,71	4	0,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )



## Lactosa

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Lactosa	24	0,71	0,56	0,59

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,03	8	3,5E-03	4,68	0,0050
Expendedores	0,03	3	0,01	11,10	0,0004
Semanas	3,1E-03	5	6,3E-04	0,83	0,5499
Error	0,01	15	7,6E-04		
Total	0,04	23			

### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0008 gl: 15

Expendedores	Medias	n	E.E.
3	4,60	6	0,01 A
1	4,61	6	0,01 A
4	4,62	6	0,01 A
2	4,68	6	0,01 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0008 gl: 15

Semanas	Medias	n	E.E.
2	4,62	4	0,01 A
4	4,62	4	0,01 A
6	4,63	4	0,01 A
3	4,63	4	0,01 A
5	4,64	4	0,01 A
1	4,65	4	0,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Proteína

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Proteína	24	0,79	0,67	0,85

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,04	8	4,7E-03	6,93	0,0007
Expendedores	0,03	3	0,01	16,24	0,0001
Semanas	4,6E-03	5	9,2E-04	1,34	0,3003
Error	0,01	15	6,8E-04		
Total	0,05	23			

### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0007 gl: 15

Expendedores	Medias	n	E.E.
3	3,01	6	0,01 A
4	3,05	6	0,01 B
1	3,08	6	0,01 B C
2	3,11	6	0,01 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0007 gl: 15

<u>Semanas</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
6	3,05	4	0,01	A
3	3,05	4	0,01	A
1	3,06	4	0,01	A
4	3,06	4	0,01	A
2	3,08	4	0,01	A
5	3,08	4	0,01	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

## ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS

### Mesófilos

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Mesófilos	24	0,99	0,99	0,24

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,62	8	0,08	260,80	<0,0001
Expendedores	0,62	3	0,21	694,71	<0,0001
Semanas	6,7E-04	5	1,3E-04	0,45	0,8073
Error	4,5E-03	15	3,0E-04		
Total	0,63	23			

#### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0003 gl: 15

Expendedores	Medias	n	E.E.	
1	7,03	6	0,01	A
4	7,17	6	0,01	B
3	7,23	6	0,01	C
2	7,48	6	0,01	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0003 gl: 15

Semanas	Medias	n	E.E.	
3	7,22	4	0,01	A
2	7,23	4	0,01	A
6	7,23	4	0,01	A
4	7,23	4	0,01	A
5	7,23	4	0,01	A
1	7,24	4	0,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Enterobacterias

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Enterobacterias	24	0,99	0,99	1,06

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11,85	8	1,48	278,84	<0,0001
Expendedores	11,81	3	3,94	741,09	<0,0001
Semanas	0,04	5	0,01	1,48	0,2530
Error	0,08	15	0,01		
Total	11,93	23			

#### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0053 gl: 15

Expendedores	Medias	n	E.E.	
1	5,74	6	0,03	A
3	6,81	6	0,03	B
2	7,33	6	0,03	C
4	7,56	6	0,03	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0053 gl: 15

Semanas	Medias	n	E.E.
2	6,81	4	0,04 A
4	6,82	4	0,04 A
1	6,84	4	0,04 A
6	6,86	4	0,04 A
3	6,89	4	0,04 A
5	6,92	4	0,04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**S. aureus**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
S. aureus	24	0,74	0,61	0,47

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,10	8	0,01	5,43	0,0024
Expendedores	0,10	3	0,03	13,59	0,0001
Semanas	0,01	5	1,2E-03	0,53	0,7516
Error	0,04	15	2,4E-03		
Total	0,14	23			

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0024 gl: 15

Expendedores	Medias	n	E.E.
1	10,25	6	0,02 A
4	10,26	6	0,02 A
3	10,34	6	0,02 B
2	10,41	6	0,02 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0024 gl: 15

Semanas	Medias	n	E.E.
1	10,28	4	0,02 A
4	10,32	4	0,02 A
3	10,32	4	0,02 A
2	10,32	4	0,02 A
6	10,33	4	0,02 A
5	10,33	4	0,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Lactococcus**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Lactococcus	24	0,68	0,51	0,52

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,06	8	0,01	3,94	0,0107
Expendedores	0,06	3	0,02	9,93	0,0007
Semanas	3,3E-03	5	6,7E-04	0,35	0,8772
Error	0,03	15	1,9E-03		
Total	0,09	23			

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0019 gl: 15

Expendedores	Medias	n	E.E.	
3	8,38	6	0,02	A
1	8,43	6	0,02	A B
4	8,44	6	0,02	B
2	8,51	6	0,02	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0019 gl: 15

Semanas	Medias	n	E.E.	
4	8,43	4	0,02	A
1	8,43	4	0,02	A
5	8,43	4	0,02	A
2	8,44	4	0,02	A
3	8,45	4	0,02	A
6	8,46	4	0,02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Lactobacillus**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Lactobacillus	24	0,92	0,88	0,68

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,41	8	0,05	21,77	<0,0001
Expendedores	0,40	3	0,13	56,94	<0,0001
Semanas	0,01	5	1,6E-03	0,67	0,6529
Error	0,04	15	2,4E-03		
Total	0,45	23			

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0024 gl: 15

Expendedores	Medias	n	E.E.	
3	6,99	6	0,02	A
1	7,11	6	0,02	B
4	7,29	6	0,02	C
2	7,30	6	0,02	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0024 gl: 15

Semanas	Medias	n	E.E.	
1	7,15	4	0,02	A
3	7,16	4	0,02	A
6	7,16	4	0,02	A
5	7,18	4	0,02	A
2	7,18	4	0,02	A
4	7,20	4	0,02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )